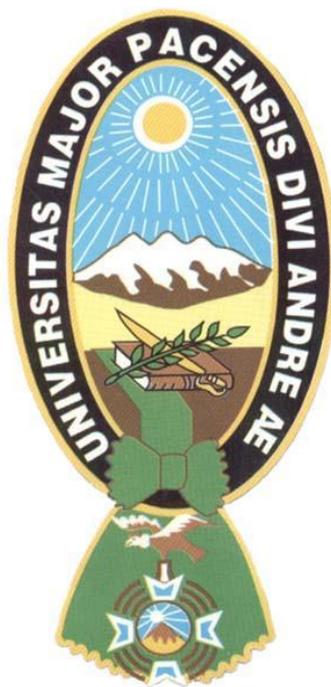


UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE SUSTRATOS DE DOS
VARIEDADES HÍBRIDAS DE PEPINILLO (*Cucumis sativus* L.) BAJO UN SISTEMA
HIDROPÓNICO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA-COTA**

PAOLA REBECA MAMANI CALERO

La Paz – Bolivia

2016

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE SUSTRATOS DE DOS VARIEDADES HÍBRIDAS DE
PEPINILLO (*Cucumis sativus* L.) BAJO UN SISTEMA HIDROPÓNICO EN EL CENTRO
EXPERIMENTAL DE COTA-COTA”

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

PAOLA REBECA MAMANI CALERO

Asesores:

Ing. Ph. D. José Yakov Arteaga García

.....

Ing. Willams Alex Muriilo Oporto

.....

Tribunal Examinador:

Ing. Ph. D. David Cruz Choque

.....

Ing. Msc. Juan José Vicente Rojas

.....

Ing. MBA Jonhy César Oliver Cortéz

.....

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador:

.....

2016

Dedicatoria

A Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerza, fortaleza y valentía en momentos de angustia y debilidad.

A mis queridos padres: Fredy Mamani Ticona e Irene Calero Illanes por su eterno cariño, paciencia, comprensión y su apoyo incondicional.

Y un cariño especial a mi querido amigo y compañero con quien compartí bellos y malos momentos en nuestra vida universitaria como sentimental muchas gracias J.L.C.T.

“Si me das fortuna, no me quites la razón. Si me das éxito, no me quites la humildad, no me quites la dignidad.”

Mahatma Gandhi

AGRADECIMIENTO

Esta tesis es el resultado de un conjunto de situaciones, lugares, sentimientos hechos y personas; no hubiera podido ser posible, pero sobre todo por la gente que creyó en mí, por mostrarme que si pude alcanzar mi meta además de la mano amiga y profesional que estuvieron presentes con su apoyo y consejos..

Mi persona como tesista expresa su profundo agradecimiento a la siguiente institución y personas

A quienes forman parte del centro experimental de cota-cota por al apoyo de dotación de material y el espacio de la carpa de la materia de forrajes para la realización de la tesis en las instalaciones de la estación.

Muy en especial expreso un profundo agradecimiento a los Ingenieros Willams Alex Murillo Oporto y Ing. Ph. D. José Yakov Arteaga García por asesorarme en y su gran apoyo en la realización de la tesis en campo, con su amplia experiencia en horticultura protegida y su excelente codirección en la realización del presente trabajo de investigación, gracias por su confianza, paciencia y comprensión pero sobre todo gracias por ser un amigo y guía.

Al miembro tribunal revisor:

Al Ing. Msc. Juan José Vicente Rojas mi mayor agradecimiento por sus valiosos comentarios, sugerencias y por las valiosas aportaciones en la presente investigación en cuanto a la parte estadística y la parte de la sintaxis, así como también al ingeniero Jonhy Cesar Oliver Cortez así como también al Ing Mcs. D. David Cruz Choque.

A compañeros y amig@s que apoyaron que confiaron en mí en este tiempo les agradezco por la paciencia, el apoyo brindado en especial a mi amigo, compañero incondicional y pareja quien siempre estuvo ahí brindándome su apoyo desde el principio JLCT muchas gracias.

¡Muchas gracias a todos!

RESUMEN

El presente estudio fue realizado en el Centro Experimental de Cota-Cota administrado por la Facultad de Agronomía UMSA de la ciudad de La Paz, situada a 15 kilómetros del centro de La Paz. Geográficamente se encuentra entre las siguientes coordenadas 16°32'04" Latitud Sur 68°03'44" Longitud oeste una altitud de 3400 m.s.n.m. Es una región templada por considerarse cabecera de valle con una temperatura máxima de (32°C) y una mínima temperatura de (-3°C), con una humedad relativa (58%).

El presente estudio titulado: Evaluar el efecto de diferentes niveles de sustratos en dos variedades híbridas de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) bajo un sistema hidropónico en la centro experimental de cota – cota, utilizando sustratos inertes (cascarilla de arroz, turba y arena), para tal efecto se preparó la solución nutritiva de acuerdo al requerimiento de la planta y para cada etapa de su desarrollo.

Las variables de respuestas fueron: días a la emergencia, porcentaje de prendimiento, altura de planta, número de hojas, número de flores por planta, número de frutos por planta, diámetro de fruto, longitud de fruto, peso de fruto total, así como la rentabilidad de la producción. El modelo estadístico que se aplicó fue un diseño completamente al azar con un arreglo Bi-factorial con cuatro tratamientos y tres repeticiones.

La relación beneficio/costo en variedades en el cultivo de pepinillo, se pudo obtener los siguientes resultados: la variedad Eureka con 1.12 Bs en comparación con la variedad Calypso con 1,01 Bs en relación con el sustrato 2, lo que indica que la primera variedad es rentable a excepción de la variedad Calypso.

Los resultados de Beneficio Costo en relación a los sustratos, se demuestra que el sustrato 1 con la variedad Calypso se obtuvo pérdidas de 0,71 y al igual que con la variedad Eureka con un 0,63 Bs lo que indica que en los dos casos los resultados no son rentables en comparación al sustrato 2.

La importancia económica en producir pepinillo en esta época, radica en el precio del mercado es más alto para este efecto se tendría que profundizar en el entendimiento de los aspectos fisiológicos y medio ambiente que limita el rendimiento y mejorar la cantidad de producción

SUMMARY

This study was conducted at the Experimental Center Cota-Cota administered by the Faculty of Agronomy UMSA city of La Paz, located 15 kilometers from downtown La Paz. Geographically located between the coordinates 16°32'04 "South Latitude 68°03'44" West Longitude an altitude of 3400 m.s.n.m. It is considered a temperate region for header valley maximum temperature (32 ° C) and a temperature (-3 ° C), relative humidity (58%).

This study entitled: To evaluate the effect of different levels of substrates two hybrid varieties of cucumber (*Cucumis sativus* L.) under a hydroponics system in the experimental center dimension - height, using inert substrates (rice husk, peat and sand) for this purpose the nutrient solution according to the requirement of the plant and for each stage of its development was prepared.

The response variables were: days to emergence, percentage of engraftment, plant height, leaf number, number of flowers per plant, number of fruits per plant, fruit diameter, length of fruit weight total fruit and the profitability of production. The statistical model was applied was a completely randomized design with Bi-factorial arrangement with four treatments and three repetitions.

The benefit / cost varieties in cultivation Gherkin, could be obtained the following results: the Eureka variety with Bs 1.12 compared with 1.01 Calypso variety Bs in relation to the substrate 2, which indicates that the first variety is profitable except variety Calypso.

Cost Benefit results regarding the substrates, shows that the substrate 1 with the variety Calypso losses and 0.71 was obtained as with the Eureka variety with a .63 B indicating that in both cases the results are not profitable compared to the substrate 2.

The economic importance in producing gherkins at this time lies in the market price is higher for this effect would have to deepen the understanding of physiological and environmental aspects that limits the performance and improve the amount of production

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1Objetivos.....	2
1.1.1. Objetivo General.....	2
1.1.2. Objetivos específicos	3
1.2. Hipótesis	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Generalidades del pepinillo	4
2.1.1. Origen.....	4
2.1.2. Domesticación	4
2.1.3. Importancia del cultivo	5
2.1.4. Valor nutritivo.....	5
2.2. Clasificación botánica	6
2.2.1. Características Botánicas	6
2.2.2. Características agroecológicas de los pepinillos	8
2.3. Variedad	8
2.3.1. Híbridos	8
2.3.2. Variedad Calipso	9
2.3.3. Variedad Eureka	10
2.4. Acidez y drenaje	10
2.5. Fisiología de cultivo	10
2.6. Labores culturales.....	11
2.6.1. Almacigo	11
2.6.2. Siembra	11
2.6.3. Trasplante	11
2.6.4. Marco de plantación	12
2.6.6. Tutorado	13
2.6.7. Cosecha	13
2.7. Plagas y enfermedades	14
2.7.1. Plagas	14
2.7.2. Enfermedades	15
2.8. Hidroponía	16
2.8.1. Sistemas Hidropónicos	16
2.8.1.1 Sistema hidropónico en agua	17
2.8.2. Cultivos hidropónicos.....	17

2.8.3. Ventajas del cultivo hidropónico.....	18
2.8.4. Los recipientes.....	18
2.8.5. Bolsas plásticas.....	19
2.9. Soluciones nutritivas.....	19
2.9.1. El pH de la solución de nutrientes.....	21
2.9.1.1 Concentración.....	21
2.9.1.2 Índice de salinidad.....	21
2.9.1.3 Índice de higroscopicidad.....	21
2.9.1.4 Conductividad eléctrica de la solución nutritiva.....	21
2.9.2. Formulación de la solución nutritiva.....	22
2.10. Sustrato.....	22
2.10.1. Función del sustrato.....	23
2.10.2. Criterios de elección de un sustrato.....	23
2.10.3. Caracterización de sustrato.....	24
2.10.3.1. Efecto de las partículas gruesas.....	25
2.10.3.2. Efecto de las partículas pequeñas.....	25
2.10.3.3. Efecto de materiales fibrosos.....	26
2.10.4. Porosidad.....	26
2.10.5. Estudio de la fase líquida.....	27
2.10.6. Disponibilidad de agua.....	28
2.10.7. Descripción de los sustratos.....	28
2.10.7.1. Arena.....	28
2.10.7.2. Turba.....	29
2.10.7.3. Cascarilla de arroz.....	30
2.10.8. El riego.....	31
2.11. Carpa solar.....	31
2.11.1. Ventajas de la carpa solar.....	31
3. LOCALIZACIÓN.....	32
3.1. Ubicación Geográfica.....	32
3.2. Características de la zona de estudio.....	32
3.2.1. Clima.....	32
3.2.2. Vegetación.....	32
4 MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
4.1. Materiales.....	34
4.1.1. Material orgánico e inorgánico.....	34
4.1.2. Material genético.....	34
4.1.3. Materiales de campo.....	34

4.1.4. Materiales de gabinete.....	35
4.1.5. Fertilizantes	35
4.2. Metodología	35
4.2.1. Implementación del sistema hidropónico	35
4.2.2. Preparación y limpieza de los sustratos de sostén.....	35
4.2.3 Preparación de macetas	36
4.2.4 Nivelación del área en estudio	36
4.2.5 Almácigo.....	37
4.2.6 Trasplante.....	37
4.2.7 Solución nutritiva	37
4.2.8. Aplicación de la solución nutritiva y frecuencia de riego.....	38
4.3. Labores culturales.....	40
4.4. Diseño Experimental	42
4.4.1 Modelo lineal aditivo	43
4.4.2. Croquis del experimento	44
4.5. Variables de respuesta	44
4.5.1. Variables fenológicas.....	44
4.5.2. Variables agronómicas	44
4.5.3. Evaluación Económica.....	46
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES	48
5.1. Características climáticas del ambiente protegido.....	48
5.1.1. Temperatura	48
5.2. Comportamiento en la almaciguera.....	50
5.2.1. Días a la emergencia	50
5.2.2. Altura de planta.....	51
5.2.3. Número de hojas de la almaciguera.....	52
5.3. Comportamiento fenológico	52
5.3.1. Porcentaje de prendimiento	52
5.3.2. Altura de planta.....	57
5.3.3. Número de flores por planta	61
5.3.4. Número de frutos por planta	63
5.3.4.1 Comparación de medias del número de frutos	64
5.3.5. Longitud de frutos por planta	65
5.3.6. Diámetro de fruto de fruto	68
5.3.7. Peso del fruto	70
5.3.8. Rendimiento.....	72

5.3.8.1. Comparación de medias del rendimiento entre variedades.....	73
5.4. Análisis económico.....	74
5.4.1. Análisis económico entre variedades.....	74
5.4.2. Análisis económico entre sustratos.....	75
5.4.3. Análisis económico entre tratamientos.....	76
6. CONCLUSIONES	79
7 .RECOMENDACIONES	81
8. BIBLIOGRAFIA.....	80
9. ANEXOS.....	87



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Composición química del fruto de pepinillo en 100 g. De fruta fresca	6
Cuadro 2 Etapas fenológicas del pepinillo.....	8
Cuadro 3 Requerimientos de nutrientes en ppm	20
Cuadro 4 Formulación de la solución hidropónica.....	22
Cuadro 5 Cantidades de fertilizantes para distintas	38
Cuadro 6 Registro mensual de temperaturas promedio	49
Cuadro 7 Prueba " t " para dos muestras de variedades	52
Cuadro 8 Prueba t para dos muestras de variedades	52
Cuadro 9 Análisis de varianza para el porcentaje de.....	53
Cuadro 10 Comparación de medias de porcentaje de prendimiento en variedades.	53
Cuadro 11 Comparación de medias de porcentaje de prendimiento en sustratos	55
Cuadro 12 Análisis de varianza de prueba de efectos simples.....	56
Cuadro 13 Análisis de varianza para la altura	57
Cuadro 14 Comparación de medias de altura de planta en variedades	58
Cuadro 15 Comparación de medias de altura entre sustratos	59
Cuadro 16 Análisis de varianza de prueba de efectos simples.....	59
Cuadro 17 Análisis de varianza para número de flores por planta	61
Cuadro 18 Análisis de varianza para el número de fruto por planta	63
Cuadro 19 Comparación de medias del número de frutos	64
Cuadro 20 Análisis de varianza de la longitud de fruto.....	65
Cuadro 21 Comparación de medias de longitud de frutos.....	67
Cuadro 22 Comparación de medias de longitud de fruto en sustratos	67
Cuadro 23 Análisis de varianza del diámetro de frutos.....	68
Cuadro 24 Comparación de medias del diámetro de frutos.....	69
Cuadro 25 Comparación de medias de diámetro de frutos en sustratos	70
Cuadro 26 Análisis de varianza del peso del fruto.....	71
Cuadro 27 Comparación de medias de rendimiento en variedades	71
Cuadro 28 Análisis de varianza para el rendimiento en (kg.).....	72
Cuadro 29 Comparación del rendimiento entre variedades.....	74

Cuadro 30 Análisis económico entre variedades.....	75
Cuadro 31 Análisis económico entre sustratos.....	77
Cuadro 32 Análisis económico entre tratamientos.....	78



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del centro experimental de cota-cota	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
Figura 2 Implementación del sistema hidropónico.....	35
Figura 3 Preparación y limpieza de sustrato de sostén	36
Figura 4 Preparación de macetas.	36
Figura 5 Nivelación de las macetas.....	37
Figura 6 Almacigo de las variedades calypso y eureka.	37
Figura 7 Trasplante de los plantines de los pepinillos	37
Figura 8 Marco de plantación	40
Figura 9 Deshierbe de los pasillos.	40
Figura 10 Poda del ápice principal y ejes laterales.....	41
Figura 11 Tutorado de la planta de pepinillo	41
Figura 12 Cosecha de los frutos.....	42
Figura 13 Distribución de los tratamientos en el área experimental.....	44
Figura 14 Comportamiento de la temperatura	48
Figura 15 Quinto día después de la siembra	50
Figura 16 Porcentaje de prendimiento grafica prueba de efectos simples.....	56
Figura 17 Altura de planta prueba de efectos simples	60

1. INTRODUCCIÓN

La posibilidad de producir hortalizas de alta calidad, reviste importancia en zonas altamente pobladas. Sin embargo, su factibilidad está limitada por el rápido crecimiento de la ciudad y de la industria utilizando la mayor parte de los suelos cercanos a los centros urbanos.

La reducción del espacio de suelo cultivable, la menor disponibilidad de agua saneada para el riego y el aumento de las exigencias del mercado en calidad y sanidad de las hortalizas, especialmente las de consumo en fresco, han hecho que las técnicas hidropónicas de cultivo sean potencialmente atractivas.

Hoy en día la hidroponía es el método más intensivo de producción hortícola; es de alta tecnología y de elevado capital, viene siendo aplicada exitosamente con fines comerciales en países desarrollados. El crecimiento futuro de la hidroponía en Latinoamérica dependerá mucho del desarrollo y adaptación de sistemas menos sofisticados de producción que sean competitivos en costos, con respecto a la tecnología sofisticada generada en países desarrollados.

Martínez, (1998) indica que en los últimos quince años, el área mundial destinada a la producción hidropónica se ha incrementado considerablemente. Actualmente se estima más de 30,000 ha dedicadas a la producción hidropónica en el mundo.

El pepinillo es el resultado de condiciones especiales de cultivo para producir un vegetal con piel más delgada de color verde oscuro, firme, pequeño, ancho en la parte media, idealmente sin semillas desarrolladas y espinas negras; aptas para ser procesadas en conserva, así como para consumo en fresco. Se trata de un pepino de variedades especiales cosechado durante una etapa temprana del proceso de maduración.

El cultivo del pepinillo tiene una gran expectativa por las características de su cultivo, el uso para la industrialización y en estos últimos años se ha incrementado el consumo de pepinillo encurtido como "pickle".

El altiplano boliviano, presenta una serie de factores que influyen y a la vez limitan la producción de ciertas hortalizas, pese al esfuerzo de la mayoría de los agricultores, la

falta de conocimientos en el uso de nuevas variedades e híbridos, hacen que cada vez sea más difícil una producción rentable, particularmente en esta zona del altiplano el consumo de hortalizas es muy bajo lo que con lleva a altos índices de desnutrición.

Las hortalizas son consideradas a nivel mundial como fuente principal de fibra, minerales y vitaminas por lo que se cultivan en muchos países. Además contribuyen a la nutrición humana en proteínas, grasas y carbohidratos.

En la actualidad es necesario buscar nuevos productos y desarrollar otras técnicas de aplicación de nutrientes, a fin de mejorar la productividad, una de las técnicas más difundidas en la nutrición de cultivos es la "fertilización foliar". La aplicación de fertilizantes foliares ha demostrado ser muy útiles para la corrección de deficiencias de micronutrientes, los cuales son requeridos en pequeñas cantidades para los requerimientos de los cultivos (Ibar L., Juscafresca B. 1987).

La mayor parte de las investigaciones sobre sustratos como medio de crecimiento se han efectuado para especies ornamentales, siendo los más utilizados se encuentra la turba, arena de rio, perlita, vermiculita, agrolita, compostas, entre otros. Respecto a los cultivos hortícolas, la mayoría de las investigaciones se han orientado a estudiar la germinación de semillas o la propagación vegetativa pero no en el crecimiento y desarrollo de la planta (Zarate, 2007).

Por tal motivo en la presente investigación se evaluó el efecto de diferentes niveles de sustratos en dos variedades híbridas de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) bajo un sistema hidropónico en el centro experimental de Cota-Cota.

1.1 Objetivos

1.1.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de diferentes niveles de sustratos en dos variedades híbridas de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) bajo un sistema hidropónico en la estación experimental de cota – cota.

1.1.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de los sustratos sobre el comportamiento agronómico del pepinillo (*Cucumis sativus* L.)
- Evaluar los rendimientos de variedades de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) en condiciones hidropónicas
- Realizar una evaluación económica comparativa de los tratamientos estudiados.

1.2. Hipótesis

- No existe diferencias entre los pepinillo (*Cucumis sativus* L.) baya falsa (pepónide)
- Los pepinillos (*Cucumis sativus* L.) no son similares en sus características morfológicas.
- No existe diferencias entre las características físicas y químicas para ser empleadas como sustrato en la producción de pepinillos (*Cucumis sativus* L.)

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El pepinillo tiene un alto índice de consumo, en fresco como industrializado, representando una alternativa de producción para el agricultor, tanto para mercado interno, como con fines de exportación (PROMOSTA, 2005).

A pesar de ser poco nutritivo con el casi 100% de agua, es rico en vitamina A y C, además contiene azufre, por lo que se utiliza mucho en la industria cosmética. El pepino es muy consumido por su gran combinación en ensaladas dando como resultado ser utilizado para menú en personas vegetarianas o que tienen problemas de sobrepeso al incluirlo muy seguido en su dieta (Lara, 2013).

2.1. Generalidades del pepinillo

2.1.1. Origen

El pepinillo (*Cucumis sativus* L.) es originario de las regiones tropicales de Asia (Sur de Asia), siendo cultivado en la India desde hace más de 3000 años; dentro de las características generales es una planta anual, herbácea de crecimiento rastrero e indeterminado (Centa, 2003). Su introducción en España fue a través de Imperio Romano para después, a principios del siglo XVI, sería Cristóbal Colón el responsable, durante sus primeros viajes, de transportar las semillas de pepino al continente americano (Reche, 2011).

2.1.2. Domesticación

El centro de domesticación del pepino ha sido convertido; sin embargo, se cree que el origen de domesticación es México, porque existe mayor similitud entre los cultivares europeos y los silvestres de México que con los de la zona andina. A la llegada de los españoles a América el pepino estaba integrado a la cultura azteca (Esquinas Nuez, 2001).

La planta es herbácea y resistente a heladas, su ciclo es anual, de distinta duración según la variedad y además que la cosecha es por lo menos dos veces al año (Rodríguez *et al.*, 2001). Se desarrolla bien en un amplio rango de latitudes, tipos de

suelos, temperaturas, método del cultivo y es moderadamente tolerante a la salinidad (Chamarro, 2001).

2.1.3. Importancia del cultivo

El pepinillo es una hortaliza que en estos últimos tiempos ha sido difundida en todo el mundo de forma industrial y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercialización (INFOAGRO, 2003).

En el departamento de La Paz, se está iniciando la producción de esta hortaliza como los más importantes, que generan mayores ingresos económicos y en especial para los agricultores de los valles en general (Cruz, 2007). Desde hace algunos años, el pepinillo viene adquiriendo cierta importancia en el departamento de La Paz, incrementándose su consumo año que pasa, estimándose su consumo en 2380 Tm., para el año de 1996. Cuya tasa de crecimiento fue estimada en un 5% anual. Según Valdez 1993), en México se consume el pepino como fruta fresca y en ensaladas; en algunos sitios se prefiere preparada en vinagre, principalmente el pepinillo, llamado en inglés "pickles".

2.1.4. Valor nutritivo

Holle y Monte (2005), mencionan que las hortalizas son una fuente excelente de minerales, vitaminas, además la mayoría provee una reacción alcalina al organismo humano acompañada de un alto contenido de celulosa, carbohidratos y proteínas de buena calidad.

INFORJARDIN (2010), indica que en cuanto a sus propiedades, el pepinillo es una hortaliza rica en calcio, potasio, magnesio, además de un alto valor energético.

Resaltar también su efecto beneficioso medicinal para combatir infecciones, normalizar la presión arterial y la función cardíaca.

Para la FAO (2006), el pepinillo presenta un bajo contenido en calorías que puede variar dependiendo de la variedad y las condiciones de cultivo.

AGROALIMENTACIÓN (2010), el principal componente del pepinillo es el agua, acompañado de bajo contenido de carbohidratos y proteínas como de grasas, la convierte en un alimento de escaso aporte calórico. Se considera buena fuente de fibra, así como de vitaminas y minerales.

Cuadro 1 Composición química del fruto de pepinillo en 100 g. de fruta fresca

Componente	Cantidad en 100 g. de fruta fresca
Agua	95.7 gr.
Carbohidratos	3,2 gr.
Proteínas	0,6 gr.
Grasas	0,1 gr.
Valor energético	14 cal.
Potasio	160 mg.
Fosforo	18 mg.
Calcio	17 mg.
Magnesio	11 mg.
Azufre	11 mg.

Fuente: Pérez, (1997)

2.2. Clasificación botánica

El cultivo del pepinillo presenta la siguiente clasificación botánica:

Sub reino:	Embryobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Dilliniidae
Orden:	Violales
Familia:	Cucurbitaceae
Género:	Cucumis
Especie:	Sativus L.
Nombre científico:	<i>Cucumis sativus</i>
Nombre común:	Pepino Var. Pepinillo híbrido

Fuente: Rojas (1996)

2.2.1. Características Botánicas

Según Tiscornia (2000), pertenece a la familia de las cucurbitáceas, herbácea, anual, rastrera y con zarcillos, los tallos ramificados, están provistos de pelos rígidos ya que la planta de pepino tiene una gran envergadura y frondosidad en sus hojas.

- a) **Germinación:** el periodo de germinación varía de 3 a 4 días en condiciones favorables.
- b) **Raíz:** el sistema radicular consiste en una raíz principal que alcanzan entre 1- 1,2 m de largo, ramificándose en todas las direcciones, principalmente a los 25 - 30 cm de profundidad
- c) **Tallo:** es una guía de zarcillos con un eje principal que da origen a varias ramas laterales, principalmente en la base, entre los primeros 20 a 30 cm, dividiéndose en ramas laterales primarias y secundarias.
- d) **Hojas:** son simples acorazonadas, pecioladas, palmonervadas, alternas, pero opuestas a los zarcillos, son ásperas y poseen de 3 a 5 lóbulos angulados y triangulares, epidermis con cutícula delgada que minimiza la transpiración excesiva.
- e) **Flores:** contienen flores de ambos sexos en la misma planta, por lo que se lo considera monoica, de polinización cruzada; algunas variedades de flores hermafroditas, al inicio se presentan solo flores masculinas en la parte baja de la planta, al centro en igual proporción, las flores masculinas y femeninas en la parte superior predominan las femeninas.
- f) **Fruto:** se considera como una baya falsa (pepónide), alargado cilíndrico, mide entre 7 a 10cm de longitud. Es un fruto carnoso en su interior y el exterior de color verde oscuro o claro, áspero y verrugoso; en el estado joven los frutos presentan en la superficie espinas falsas de color blanco o negro, cerosa; en su estado juvenil que con tiempo se caen, es el punto óptimo de la cosecha y en su madures presentan un color amarillo.
- g) **Semillas:** La semilla de pepino se compone de los tegumentos que las protegen, de las sustancias nutritivas y del embrión. Este último es la parte más importante, ya que de él depende la germinación, crecimiento y desarrollo de la nueva planta. Las semillas de pepinillo son algo más pequeñas que las del pepino, ovales, inmaduras, aplastadas, lisas y de color amarillento blanquecino, terminadas en un extremo más agudo Pérez (2005).

Cuadro 2 Etapas fenológicas del pepinillo

Estado fenológico	Días después de la siembra
Emergencia	4-5
Inicio de emisión de guías	15-24
Inicio de floración	27-34
Inicio de cosecha	43-50
Fin de cosecha	75-90

Fuente: Centa, (2003)

2.2.2. Características agroecológicas de los pepinillos

Los pepinillos cultivados (no hidropónico) presenta las siguientes características agroecológicas INFOJARDÍN (2005):

- Periodo vegetativo: es de 3 a 6 meses, según la variedad.
- Requerimiento del suelo: requieren preferentemente suelos franco arenosos, suelto, rico en materia orgánica, bien drenados; con un pH de 5,5 – 6,8.
- Clima: con preferencia templados.
- Época de siembra: la época de siembra es todo el año.
- Época de cosecha: se inicia a los 90 días

2.3. Variedad

Sobrino (2009), indica que estas variedades híbridas de tipo holandés y tipo español al ser cruzadas dan una variedad mejorada llamada "Almería", donde menciona que tienen tendencia a la partenocarpia, o sea que los frutos se desarrollan sin fecundación y por lo tanto carecen de semillas, siendo estas variedades las más utilizadas, de acuerdo a su genética encontramos 2 tipos de pepinillo: cultivares tradicionales o de polinización abierta e híbridos, resultantes de la cruce de 2 líneas puras.

2.3.1. Híbridos

Según Petoseed (1992), se tiene los siguientes híbridos:

a) Híbridos monoicos

Es decir, plantas con flores masculinas y femeninas, que fue el primer tipo de híbridos que se desarrollaron.

Este híbrido posee más resistencia a enfermedades que cualquier otro, es una planta fuerte y vigorosa que presenta uniformemente espinas.

b) Híbridos ginoicos

Es decir, plantas con flores 100% femeninas, debiendo incluirse en la semilla comercial, otro cultivar que actúa como polinizante en un 10 a 15%.

En las diferentes evaluaciones realizadas, los cultivares de polinización libre y los híbridos han presentado las siguientes características:

- Mejor calidad, determinada por frutos de mayor peso, de buen color, forma uniforme y resistentes a heladas.
- Mayores rendimientos.
- Mayor tolerancia a plagas y enfermedades como: perforador y mildiú.
- Plantas más sanas y vigorosa

2.3.2. Variedad Calypso

Nuez, *et al.* (2003), señalan que la variedad Calypso es de origen norteamericano, es ampliamente adaptable a diferentes climas, de ramificación compacta, produce con predominancia flores femeninas. La recolección se inicia entre 80-85 días después del trasplante. La relación del fruto es larga sobre diámetro de los frutos es 3:1, de 8 a 10 cm de largo de forma obtusa cilíndrica, espinas blancas, color de la piel verde oscuro y se presta para la recolección manual y con máquina.

Holguín (2002), indica que la variedad Calypso es resistente o tolerante a las enfermedades mancha angular de la hoja, antracnosis (una o dos razas), virus o sarna del pepino, mildiu lanoso o vellos y mildiu polvoriento. Además de tolerar sin problema temperaturas bajas.

La variedad Calypso tiene un ciclo de 120 días aproximadamente en todo su ciclo, después del trasplante en su producción continua en la que se puede obtener hasta dos cosechas. Esta variedad tiene la característica de ser compacta de crecimiento vigoroso con buen follaje, siendo la cobertura de hojas muy buena y

alcanza hasta un altura de 1 a 1,5 m (<http://www.infoagro.com/hortalizas/pepinillos.htm>).

2.3.3. Variedad Eureka

La variedad Eureka es un pepinillo de polinización abierta con frutos de menos de 15 cm de longitud y diámetro de 2 a 3 cm y la planta alcanza los 71 a 76 cm de altura ya que no poseen flores femeninas y así mismo producen frutos en mejor calidad (<http://www.faxsa.com.mx/semhort1/C60choo1.htm>).

Duran (2009), indica que la variedad Eureka tiene los frutos rectos, cilíndricos, ligeramente apuntados, con estrías blanco amarillentas, con o sin espinas, 1-2 frutos por axila, así mismo poseen la pulpa firme, blanquecina y una epidermis verde oscura también con verde brillante, esencialmente para la cosecha manual, ya que esta planta presentan los frutos vigorosos muy agradables para producción de salmuera de tipo "pickle". Además que presentan resistencia a los siguientes virus: ALS, DM, PRSV, SC, WMV y ZYMV.

2.4. Acidez y drenaje

Vigliola (1992), al respecto menciona que el pH está en un rango entre 5.5 – 6.5 permite el logro de un buen rendimiento.

Raymond (1989), indica que el pH del suelo debe estar entre 6.0 – 6.5 y si es inferior debe realizarse un encalado. Las macetas deben tener un buen drenaje ya que los pepinillos no toleran el exceso de agua.

2.5. Fisiología de cultivo

Salunkhe (2004), menciona que las temperaturas comprendidas entre los 25 y 30 °C se consideran óptimas para la germinación, crecimiento, floración y fructificación. Bajo tales condiciones la germinación se da a los 4-5 días de plantadas, la floración a los 45-48 días después del trasplante y la primera recolección de frutos verdes suaves un poco menos que la maduración técnica de los 32 a 38 días de la floración.

Aldabe (2000), indica que el pepinillo es sensible a los cambios bruscos de temperatura, como son las oscilaciones superiores a los 5°C. Los descensos térmicos nocturnos afectan negativamente a la calidad de los frutos del pepinillo y a la

productividad. El pepinillo es un cultivo de días cortos; Sin embargo, debido a los procesos de selección genética se encuentran variedades tanto de días cortos como de largos, las temperaturas bajas y días cortos favorecen la formación de flores femeninas, mientras que los días largos y temperaturas altas favorecen a las flores masculinas.

2.6. Labores culturales

2.6.1. Almacigo

Aldabe (2000), menciona que el pepinillo se inicia siempre en almácigos, las bandejas con celdas de 50 alveolos de 5,5 cm de profundidad que permite desarrollar buenas plantas para llevar a campo en 6 a 8 semanas.

El mismo autor señala que cuando se inician las plantas en recipientes se deposita una semilla por celda, adicionando de 10 a 15 % de semilla para reponer las fallas. La temperatura determina la velocidad de emergencia y crecimiento de la planta, así como la precocidad, volumen y calidad de la cosecha, en los almácigos la temperatura y humedad se manejan con abrigo, sombras, riegos suaves y frecuentes.

2.6.2. Siembra

Se siembra en semillero a una profundidad de 2 – 3 mm, entre enero y febrero, hay que procurar no plantarlas muy juntas y en recipientes individuales para evitar que no salgan las plantas muy pequeñas y débiles, germinan entre 8 y 20 días (<http://mihuertoecologico.blogspot.com/2009/03/pepinillo.html>).

2.6.3. Trasplante

Abad *et al.*, (2004), señala que el trasplante permite seleccionar las mejores plantas. El trasplante se debe realizar cuando los dos cotiledones están bien desarrollados y aparece la primera hojas verdaderas, la planta debe alcanzar los 12 – 15 cm de altura con no menos de 6 hojas ni más de 8 hojas, lo que viene a suceder a los 60 – 70 días desde la fecha de la siembra.

Galmarini (1990), manifiesta que el trasplante se realiza entre 50 y 70 días luego de la siembra, cuando las plantas alcanzan una altura superior a 15 cm, es importante realizar una selección de los plantines a trasplantar.

2.6.4. Marco de plantación

Nuez, et al. (2003), señala que para los cultivos tempranos con intención de quitarlos pronto para realizar un cultivo de primavera, los marcos suelen ser más pequeños (1,5 m x 0,4 m ó 1,2 m x 0,5 m). La densidad de plantación en las condiciones del sureste español puede oscilar entre 11.000 y 13.000 plantas/hectárea. Si el cultivo es más tardío o se pretende alargar la producción cubriendo los meses de invierno, habrá que ampliar los marcos para reducir la densidad de plantación, con el fin de evitar la competencia por la luz y proporcionar aireación.

Pihán *et al.*, (2000), indican que el marco de plantación se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada. El más frecuentemente empleado en los invernaderos es de 1 metro entre líneas y 0,5 metros entre plantas.

2.6.5. Poda de desarrollo

Maroto (2000), indica que la poda se realiza en el caso de dejar caer la planta tras pasar el alambre para coger los frutos de los tallos secundarios, se recomienda no despuntar el tallo principal hasta que éste alcance unos 40 cm del suelo, permitiendo únicamente el desarrollo de dos tallos secundarios, eliminando todos los demás, normalmente se suele realizar en variedades muy vigorosas.

Ibar (1990), menciona que el pepino “tipo holandés” se realiza a los pocos días del trasplante debido al rápido crecimiento de la planta, con la eliminación de brotes secundarios y frutos hasta una altura de 60 cm.

2.6.6. Tutorado

Morales (2003), manifiesta que es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida, mejorando la aireación general de esta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, etc.).

Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades.

Maroto (2000), por otro lado indica que en los tutorados para evitar roturas la sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta. Conforme la planta va creciendo y se va ligando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre.

A partir de ese momento se dirige la planta hasta otro alambre situado aproximadamente a 0,5 m, dejando colgar la guía y uno o varios brotes secundarios, esto para evitar la excesivamente “cargadas” de los frutos de los pepinillos.

2.6.7. Cosecha

Morales (2003), menciona que la cosecha inicia cuando los frutos alcanzan la madurez fisiológica, o sea de 120 a 160 días después de la siembra. Para su mejor comercialización los frutos deben separarse por tamaño y calidad, lo más uniforme posible, reporta que una sola planta puede producir de 12 – 15 frutos durante la temporada de cosecha, de junio a septiembre lo que equivale a 1.5 – 2 kg/m² por lo que la época de recolección dependerá de la siembra y clima.

El mismo autor indica que se pueden recoger verdes, dependerá de la variedad pero antes de empezar a madurar. También se pueden coger maduros pero eso requiere un consumo inmediato o para conservarlos asados que se cogerán cuando hayan cogido color. Otra opción es usarlos como condimento para lo que se dejan secar en un lugar seco.

2.6.8. Calidad de fruto

La mayor o menor calidad de un pepinillo está determinado como indicadores o definidores de su calidad, así como caracteres externos e internos del fruto.

Pihán *et al.*, (2000), indican que los parámetros de calidad de fruto son:

- a) **Color:** Hay una gran gama de color en el fruto del pepinillo que dependerá del estado de madurez que este tenga, siendo los colores posibles tonos en verde pero los más consumidos son el verde oscuro, con pigmentaciones verde claro.
- b) **Forma:** La forma no va intervenir directamente en el sabor de cada pepinillo, pero tradicionalmente se ha dicho que los pepinillos pequeños son de forma cilíndrica y con buena apariencia tiene mayor demanda para su comercialización.
- c) **Tamaño:** El tamaño es un factor que dependerá exclusivamente de las características genéticas de cada variedad, pudiendo llegar a medir a 3 a 15 cm.
- d) **Defectos:** Se pueden dar una serie de desperfectos en la superficie del pepinillo, que reducirán su valor económico al no ser tan aceptados por los consumidores, los defectos suelen ser producidos por enfermedades ocasionando síntomas específicos sobre la planta.
- e) **Podredumbres:** Es otro factor que los frutos pierdan poco a poco su valor económico. Este problema se debe normalmente a una mala manipulación y las bajas temperaturas, que hace que sea fácilmente atacada por diversas enfermedades.
- f) **Firmeza o consistencia:** La firmeza es un carácter que va íntimamente ligado con el desarrollo del fruto. Los frutos verdes que han alcanzado su desarrollo definitivo son los que mayor firmeza y más resistentes a los daños por manipulación que pueda darse.

2.7. Plagas y enfermedades

2.7.1. Plagas

Marulanda (2003), indica que las plagas que más se presentan en el pepinillo son:

- **La mosca blanca:** es un insecto muy pequeño de tiene sobre su cuerpo un

polvillo blanco que le da el color en la edad adulta. Este pequeño insecto además de debilitar las plantas al chupar su sabia, transmite un virus que inicialmente trastorna su desarrollo y finalmente la mata.

- **Los áfidos o pulgones:** son una plaga muy común y dañina que ataca sobre todo en los períodos, secos y calurosos aunque también los hay en otras épocas de clima menos favorable. Esta plaga debilita la planta porque chupa la savia, le da mal aspecto, daña la calidad y además transmite virus.

2.7.2. Enfermedades

Marulanda (2003), menciona que los pepinillos se ven afectados por las siguientes enfermedades:

- **Mildiu polvoriento (*Erysiphe cichoracearum*. Sehi. Salmón)** La afectación por este hongo provoca pequeñas manchas blancas la superficie de las hojas y tallo a que en la medida que aumenta se vuelven pulverulentas, cuando la enfermedad se ve favorecidas por un clima cálido y húmedo, produce amarillamiento y defoliaciones prematuras.
- **Mildiu velloso (*Pseudoperonospora cubensis*, Berk y Curt, Rostow)** Cuando las plantas son atacadas por este hongo, se ponen de color grisáceo se presentan manchas amarillas en las hojas que después se vuelven pardas. Por el envés de la hoja se produce un micelio de consistencia algodonosa, de color gris azulado, en la medida que avanza la enfermedad, la parte afectada puede llegar a secarse, hay una reducción considerable de los rendimientos por su causa.
- **Monilia** La enfermedad de la Monilia conocidas por diferentes nombres como; pudrición acuosa, helada, mancha ceniza o enfermedad de Quevedo es a causa por el hongo *Moniliophthora roreri* (Cif. Y Par.) Solo se han encontrado daños en los frutos, pero en forma tan grave que si hay un control eficiente puede causar hasta un 95% de pérdidas en la producción.
- **Oídium (*Sphaerotheca fuliginea*)** Los síntomas que se observan son manchas pulverulentas de color blanco en la superficie de las hojas que van cubriendo

todo el aparato vegetativo llegando a invadir la hoja entera, también afecta a tallos y frutos en ataques muy fuertes. Las hojas y tallos atacados se vuelven de color amarillento y se secan.

- **CMV (*Cucumber mosaic Virus*) (Virus del Mosaico del Pepino)**

Este virus es transmitido por los pulgones, causando mosaicos, deformaciones y manchas tanto en las hojas como en los frutos.

2.8. Hidroponía

Hoyos *et al.* (2004), indican que la palabra hidroponía fue creada por Gericke en 1935, siendo esta una técnica que permite producir plantas sin emplear el “suelo”. Hidroponía significa “Trabajo en agua”, que proviene de dos palabras griegas: “Hydro” = Agua y “Ponos” = Trabajo.

También se puede definir como CULTIVO EN AGUA o CULTIVO SIN SUELO. Ha alcanzado un alto grado de sofisticación en países desarrollados. Gracias a los principios científicos y técnicos en los cuales se basa, se ha convertido en una técnica operativamente sencilla y aplicable en muchos países latinoamericanos (Hartman 1990).

Howard (1987), afirma que la Hidroponía es la ciencia del crecimiento de las plantas, sin utilizar suelo, aunque utilizando un medio inerte como grava, arena, turba, vermiculita, piedra pómez o aserrín, a los cuales se añade una solución de nutrientes que contiene todos los elementos esenciales, necesitados por la planta para su normal crecimiento y desarrollo. Puesto que muchos de estos métodos hidropónicos emplean algún tipo de medio de cultivo, se les denomina a menudo “cultivos sin suelo”, o solamente en agua sería un cultivo hidropónico.

2.8.1. Sistemas Hidropónicos

Valdez (1993) indican que un sistema hidropónico es un conjunto de materiales y métodos empleados para cultivar plantas sin usar el suelo o tierra de cultivo.

2.8.1.1 Sistema hidropónico en agua

Hoyos *et al.*, (2004) afirman que en un sistema hidropónico en agua las raíces de las plantas están en contacto con el medio líquido.

- **El agua**

Penningsfeld (1983), menciona que el agua, sustancia esencial para la vida vegetal y un disolvente por excelencia, para la mezcla de las soluciones nutritivas, puede ser utilizada como agua de pozo, de lluvia, las depuradas y destiladas. Para usar la de los arroyos o ríos debe hacerse primero que esté libre de materias perjudiciales y que su contenido de sales minerales no sea muy elevado; como frontera superior para el contenido de sales de un agua correcta recomienda 200 ppm (mg/l).

Según Carrasco (1996), el agua tiene mucha importancia, como saber su calidad para ser utilizada en cultivos hidropónicos, sobre todo la calidad química; es decir su aporte de elementos minerales. Por este motivo se debe realizar un análisis químico del agua a inicio del cultivo para conocer el aporte de algunos elementos minerales.

Fernández (1995), indica que es recomendable usar aguas de baja salinidad (< 1.00 mMhos/cm) aunque también se puede usar aguas de salinidad media o ligeramente alta (1.00 a 2.00 mMhos/cm), ya que con el pH muy ácido o alcalino afecta la absorción y disponibilidad de nutrientes, cuando se tenga un agua de este tipo el pH se puede corregir agregando algunas gotitas de alguna base o ácido fuerte.

2.8.2. Cultivos hidropónicos

Sánchez (2004), menciona que los cultivos hidropónicos son cultivos sin tierra, es por esto que principalmente se necesita recipientes en los que se pondrá el material (sustrato) que va a sustituir a la tierra.

Michelena (2004) y Huterwal (1956), manifiestan que los cultivos hidropónicos se denominan de esta forma porque los nutrientes requeridos por las plantas se administran a través de un medio líquido (solución sintética de agua con sales minerales). El trasplante de los plantines debe hacerse en (sustrato sólido o en

substrato líquido agua); en ambos casos se cultivan plantines obtenidos a partir de semilleros; también se realizan siembras directas en sustrato sólidos.

Izquierdo (2000), menciona que los cultivos hidropónicos son cultivos sin suelo, éste es reemplazado por un sustrato inerte donde los nutrientes (el alimento) que necesita la planta para vivir y producir son aplicados en el riego. También son cultivos hidropónicos aquellos que se cultivan en agua con nutriente. En un sistema hidropónico se pueden cultivar todo tipo de plantas como por ejemplo, hortalizas, flores, pastos para forraje, plantas ornamentales, condimentos, plantas medicinales y hasta cactus.

2.8.3. Ventajas del cultivo hidropónico

Izquierdo (2000), indica que son cultivos sanos pues se riegan con agua potable y se siembran en sustratos limpios y libres de contaminación. Existe mayor eficiencia en el uso del agua, son apropiados para ocupar los espacios pequeños como techos, paredes, terrazas; se obtienen mayor cantidad de plantas por superficie. Alarcón (s.f.), algunas ventajas que tiene este sistema de cultivo son las siguientes:

- Cultivos libres de parásitos, bacterias, hongos y contaminación.
- Reducción de costos de producción.
- Permite la producción de semilla certificada.
- Independencia de los fenómenos meteorológicos.
- Permite producir cosechas en contra-estación.
- Menos espacio y capital para una mayor producción.
- Ahorro de agua, que se puede reciclar.
- Ahorro de fertilizantes e insecticidas.
- Se evita la maquinaria agrícola (tractores, rastras, etc.).
- Limpieza e higiene en el manejo del cultivo.
- Mayor precocidad de los cultivos.

2.8.4. Los recipientes

Sánchez (2004), indica que los recipientes pueden ser materiales que se encuentran sin

uso en la casa o también pueden ser construidos con madera o plástico; todo depende de las posibilidades de cada uno. Carvajal *et al.*, (2001) señala que el contenedor es un recipiente que se utiliza para cultivar. En hidroponía se trabaja con los contenedores que son sistemas cerrados donde se controla mejor la alimentación de la planta por medio del riego.

2.8.5. Bolsas plásticas

DICTA, 2004 manifiesta que las bolsas plásticas son recipientes útiles hidropónicos muy económicos y fáciles de usar, además de ser muy productivas en pequeños espacios, cuando se siembran especies como apio, albahaca, lechuga, cebolla, tomate, ají, pimiento y otras.

Marulanda (2003), indica que las bolsas plásticas de color negro (cortas o largas) son recipientes económicos, productivos y fáciles de usar en pequeños espacios. Menciona también que las bolsas cortas se pueden sembrar acelgas, apio, cebollas pimentones, pepinos y tomates.

2.9. Soluciones nutritivas

Gilbert, (2009) indica que la solución nutritiva consiste en la adición de elementos nutritivos como un procedimiento de control y balance. Estos elementos, necesarios para el desarrollo de las plantas son:

- **Los macronutrientes:** Carbono, Hidrogeno, Fosforo, Potasio, Calcio, Azufre, Magnesio.
- **Los micronutrientes:** Hierro, Manganeso, Boro, Zinc, Cobre, Molibdeno, Cobalto y Cloro. Cada elemento mencionado dentro de los macro y micro nutrientes es vital en la nutrición de la planta. La falta de uno solo limitara su desarrollo, porque la acción de cada uno es específica y ningún elemento puede ser reemplazado por otro.

Savage, (2000) y Jutras, (2003) mencionan que la solución nutritiva como el producto que contiene todos los elementos que necesitan las plantas para crecer y desarrollarse

como: nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio, magnesio, hierro, manganeso, cobre, molibdeno y zinc. Estos elementos vienen en forma de sales minerales. El nutriente hidropónico contiene y aporta en forma balanceada todos los elementos que una planta necesita para crecer sana, vigorosa y dar buenos frutos o cosecha.

Paye (2005), menciona que se requiere ciertos nutrientes minerales esenciales para el crecimiento y desarrollo del cultivo, los cuales son esenciales para la floración, fructificación y calidad del fruto, un elemento mineral es esencial, si la planta, ante la falta, no puede completar su ciclo de vida, porque el elemento faltante es parte del metabolismo de la planta.

También menciona que son 16 elementos esenciales, de los cuales 14 son minerales, los elementos esenciales se clasifica macronutrientes y micronutrientes. El carbono (C) es obtenido del dióxido de carbono (CO₂); el hidrogeno (H) y el oxígeno (O₂) son obtenidos del agua y oxigeno; a partir de estas fuentes, las plantas elaboran un gran número de moléculas orgánicas.

Los macro nutrientes minerales son: nitrógeno (N), fosforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S). Los micronutrientes son: cloro (Cl), hierro (Fe), manganeso (Mn), boro (B), cobre (Cu), zinc (Zn) y molibdeno (Mo). A pesar de que los micronutrientes se requieren en concentraciones muy bajas, estos desempeñan funciones vitales para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Cuadro 3 Requerimientos de nutrientes en PPM

Concentración en partes por millón (PPM)												
Pepinillos	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo
Desarrollo	177	45	299	140	38	90	1.8	0.86	0.31	0.38	0.07	0.05
Floración	180	50	250	160	40	68	0.9	0.5	0.5	0.2	0.15	0.05
Producción	200	40	230	150	30	32	1	0.5	0.5	0,2	0.15	0.05

Fuente: Paye 2005

2.9.1. El pH de la solución de nutrientes

Éste es un parámetro que se debe controlar para mantener disponibles los elementos nutritivos en la solución nutritiva. El rango de pH en el cual el tomate se desarrolla es de 5.5 a 6.5, si se excede en rango de pH superiores a 6.5 se agrega una solución ácida, la cual se compone de una mezcla de ácido nítrico (HNO_3) y ácido orto fosfórico (H_3PO_4) en una proporción de 3:1, preparada al 5 %, si se requiere alcalinizar la solución nutritiva, o aumentar el pH hasta el rango óptimo, se debe preparar una solución básica al 10 % de hidróxido de potasio (KOH) (Ponce, 2008).

Según Bazán (1995), citado por Soria 2012, para la preparación de los nutrientes se debe considerar lo siguiente:

2.9.1.1 Concentración

Es la cantidad de unidades de fertilizantes en un abono.

2.9.1.2 Índice de salinidad

Es la variación de la presión osmótica de una solución por efecto de la adición de fertilizante, se toma como patrón el nitrato de sodio (NO_3Na).

2.9.1.3 Índice de higroscopicidad

Propiedad que poseen ciertos compuestos de absorber el vapor de agua de la atmósfera. Cuanto más elevado es el índice más higroscópico es el abono.

2.9.1.4 Conductividad eléctrica de la solución nutritiva

La concentración total de elementos en una solución nutritiva debería ser de 1000 a 1500 ppm de forma que la presión osmótica facilite el proceso de absorción por las raíces. Esto responde a las lecturas de contenido total de sales entre 1.5 y 3.5 m Mhos; en general los valores más bajos (1,5 – 2.0 mMhos) son preferidos para cultivos como el pepino, mientras que los valores más altos (2.5 – 3.5 mMhos), son más adecuados para la cosecha de los tomates (Howard, 1987).

2.9.2. Formulación de la solución nutritiva

La solución nutritiva para la producción del cultivo de pepinillo se detalla en el Cuadro 4 según el requerimiento del cultivo para su desarrollo Capone *et al.*, (2006).

Cuadro 4 Formulación de la solución hidropónica para el pepinillo

Solución A		Cantidad 3500 cm ³	
	Fertilizante	Germinación	Desarrollo
	Nitrato de calcio	1, 54	27,89
	Nitrato de potasio	1,08	18,9
	Sulfato de magnesio	0,68	12,24
	Plan prod 15-15-30	2,6	5,6
Solución "B"		Cantidad 5000 cm ³	
	Fertilizante	Floración	Producción
	Nitrato de calcio	20 gr	18,22
	Nitrato de potasio	6,32	6,43
	Sulfato de magnesio	6,30	10,18
	Plan prod 10-52-10	5,6	8,5

2.10. Sustrato

Lemaire, (2005) menciona que en los sistemas hidropónicos en sustrato, el cultivo se lleva a cabo sobre un medio sólido (sustrato) que sirve de soporte a las raíces de las plantas y a través del riego se aplica la solución nutritiva.

El término "sustrato" se aplica a todo material sólido, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, distinto del suelo *in situ*, que colocado en un contenedor, puro o en forma de mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando por tanto , un papel de soporte para la planta (Abad *et al.*,2007; Abad, 2003; Terés. 2001).

El sustrato puede intervenir o no en el proceso de nutrición mineral de la planta, por lo que se pueden clasificar como químicamente activos (turbas, cortezas de pino, etc.) (Cadahía, 2005; Urrestarazu, 2004; Terés, 2001; Pastor, 2000).

El sustrato en un sistema de tres fracciones cada una con una función propia: la fracción solida asegura el mantenimiento mecánico del sistema radicular y la estabilidad de la planta, la fracción liquida aporta a la planta el agua y por interacción con la fracción sólida, los nutrientes necesarios. Por último, la fracción gaseosa asegura las

transferencias de oxígeno y CO₂ del entorno radicular (Lemaire, 2005).

Esto hace que resulte necesario conocer las propiedades físicas, químicas y biológicas de los sustratos, pues condicionan en mayor medida los cultivos en contenedor y determinan posteriormente su manejo.

2.10.1. Función del sustrato

La función del sustrato es la de proporcionar a la planta un medio de sostén, protegiendo a la raíz de la luz, además de retener la solución nutritiva de la planta. El sustrato en el que las raíces crecen debe ser lo suficientemente fino para mantener un adecuado nivel de humedad, pero a la vez no tan fino con el objeto de permitir una aireación eficiente.

El sustrato debe ser inerte, o sea no debe contener sustancias que reaccionen con la solución nutritiva, no contener sustancias tóxicas para las plantas y se debe evitar en lo posible que esté contaminado con materia orgánica o fango pues esto puede favorecer la incidencia de enfermedades (members.foratunecity. es/jelvarezg/tutorial).

2.10.2. Criterios de elección de un sustrato

Como ya se mencionó la función principal de un sustrato es proporcionar un medio ideal para el crecimiento de la raíz. En el cultivo sin suelo se pueden emplear un gran número de materiales en forma pura o mezclados (<http://www.camagro.com>).

La elección de un material como sustrato generalmente es de acuerdo a :

- a) **Suministro homogeneidad:** los cambios en la calidad del sustrato pueden provocar pérdidas graves en la producción por lo que es indispensable que los productos a utilizarse como sustratos sean de abundante suministro con una elevada homogeneidad en cuanto a sus características. Este es un punto muy importante que debe llamar la atención a los proveedores de sustratos, ya que ellos son los responsables de garantizar la homogeneidad.

- b) **Costo:** es un parámetro significativo aunque, no debe de estar por encima de las características básicas; es decir, es preferible adquirir un sustrato de mayor

costo que cumpla con las características mínimas ya que esto nos permite reducir riesgos.

- c) **Finalidad de la producción:** porque de la elección del sustrato dependerá el manejo y la calidad del producto.
- d) **Propiedades:** una vez reunidos los tres puntos anteriores, el siguiente paso es realizar un análisis detallado de las propiedades del material, estas propiedades son el factor limitante que determinan el manejo del cultivo.
- e) **Impacto ambiental:** en este se consideran dos grande grupos de sustratos: Primero, los provenientes de recursos naturales difícilmente renovables como es el caso de la turba, de los cuales cada vez es más limitado su uso, a pesar de tener muy buenas propiedades. El segundo caso corresponde a los materiales transformados o tratados industrialmente (lana de roca), que constituye un problema su desecho y el reciclado junto a la reutilización de residuos son una buena alternativa.

Otro factor considerado para elegir un determinado material como sustrato, es la ausencia de sustancias que sean tóxicas para la planta (fitótoxinas) que por lo general, las características anteriores están interrelacionadas y todas contribuyen al éxito del cultivo (<http://www.icta.gob.gt>)

2.10.3. Caracterización de sustrato

Al igual que se han caracterizado y clasificado los suelos para su manejo, es necesario realizar lo mismo con los sustratos. En el caso de los suelos, la caracterización química tiende a ser primordial y en general se le asigna una menor importancia a sus propiedades físicas. Por el contrario en el caso de los sustratos, la caracterización física viene a ser fundamental (De Boodt, 2009; Vendonck *et al.*, 2003; Raviv *et al.*, 1984; Abad *et al.*, 2005) y la caracterización química viene a ser menos relevante, dado que los nutrientes se suministran en la solución nutritiva. Por otra parte Burés (1998), señala que del conocimiento de las propiedades físicas y químicas dependerá el manejo de riego y la fertilización, y por lo tanto el éxito del cultivo.

En líneas generales, las propiedades que en mayor medida caracterizan a un buen

sustrato, en cuanto a su aptitud para la germinación, el enraizamiento y el desarrollo de plantas, con las siguientes (López, 2006):

a) Propiedades físicas:

Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible, suficiente suministro de aire, distribución del tamaño de las partículas adecuado para que mantenga las condiciones anteriores, baja densidad aparente, elevada porosidad total y estructura estable que impida la contracción del sustrato.

b) Propiedades químicas:

Baja o suficiente capacidad de intercambio catiónico, en función de la fertilización aportada, suficiente nivel de nutrientes asimilables, baja salinidad, elevada capacidad tampón y pH ligeramente ácido y mínima velocidad de descomposición.

c) Otras propiedades

Libres de semillas de malas hierba, nematodos, hongos, otros patógenos y sustancias fitotóxicas, reproducibilidad, disponibilidad y bajo costo, fácil de manejar, rehumectar y desinfectar y resistencia a cambios físicos, químicos y ambientales externos.

2.10.3.1. Efecto de las partículas gruesas

Masaguer (2007) menciona que los elementos gruesos presentan poca actividad, su superficie específica es baja y suelen ser resistentes a la descomposición. Estos materiales inciden sobre el comportamiento del sustrato y, por lo tanto, en el crecimiento de las plantas, sobre todo cuando su proporción es grande. Un predominio de elementos gruesos en un sustrato hace que éste actúe como un tamiz frente al agua, no es capaz de retener y por otro lado, presenta escasas posibilidades para el suministro de nutrientes.

2.10.3.2. Efecto de las partículas pequeñas

La presencia de partículas muy pequeñas hace que disminuya la porosidad total y aumente la cantidad de agua retenida, ya que crece el número de microporos o huecos pequeños, que son los que retienen el agua. También se reducirá la porosidad ocupada

por el aire, al disminuir el volumen de los huecos entre partículas o macroporos, y no los de mayor tamaño. Masaguer y Cruz, (2007) mencionan que entre las principales características destacan:

Presentan una capacidad de agua fácilmente disponible de media a alta y las siguientes características:

- Alta superficie específica
- Baja permeabilidad
- Alta micro porosidad
- Elevada energía de retención de humedad

2.10.3.3. Efecto de materiales fibrosos

Los materiales fibrosos se emplean como componentes de sustratos de cultivos y su tamaño no está bien estandarizado, como una característica importante es su elasticidad. Su característica depende de su origen, en sustratos de cortezas de árboles y similares, la granulometría suelen depender del grado de molienda del material original, si no es suficiente, el sustrato presentara escasa retención de agua y, con trituración excesiva, poca aireación (Lemaire, 2005).

2.10.4. Porosidad

El volumen de fases líquida y gaseosa, que en esta última si el sustrato se encuentra seco definen la porosidad o el espacio de poros. La porosidad de un medio de cultivo es el porcentaje de su volumen de poros y el volumen total que el medio ocupa en el contenedor, también se denomina Espacio Poroso Total (EPT) o cantidad total de poros (Masaguer y Cruz 2007).

Además de los huecos o poros que quedan entre las partículas de los materiales que constituyen el sustrato, los propios granos o fibras tendrán unos poros internos que podrán estar conectados con el exterior o ser cerrados. Estos últimos no serán efectivos, ya que las raíces no tendrán acceso a ellos por tanto, no podrán tomar el agua o aire que contengan. La cantidad total de poros o porosidad total y la procedente de los poros interiores de dichas partículas, siendo normalmente estos

poros más pequeños que los huecos (Carvajal, 2001).

Algunos fenómenos pueden originar la variación de la porosidad del sustrato, todos los sustratos son comprensibles y sufren cambios al hidratarse o secarse, este fenómeno es importante en el caso de las turbas. Se produce una disminución de la porosidad, que puede tener una reacción irreversible. La inestabilidad mecánica puede ser consecuencia de una evolución biológica de la materia orgánica, haciéndose más elástica o más rígida. Esta causa se observa frecuentemente en el caso de sustratos constituidos por partículas finas: la segregación de elementos más finos provoca su acumulación en la parte interior del contenedor, creando una zona poco permeable responsable de la falta de aire (Capone *et al.*, 2006).

2.10.5. Estudio de la fase líquida

La fase líquida define la disponibilidad de agua para las plantas, sirve de soporte a la solución nutritiva y su conocimiento desde los puntos de vista energético e hidráulico permite de un modo práctico establecer las dosis y frecuencias de riego. El agua entra al sustrato por el espacio de macroporos y pasa a ocupar total o parcialmente los poros capilares donde puede ser retenida. El agua disuelve y transporta elementos nutritivos, sales solubles y hace posible su absorción por las raíces de las plantas (Porta *et al.*, 1994; citado por Masaguer y Cruz, 2007).

Los sustratos en contenedor han de tener una elevada capacidad de retención de agua, ya que el volumen del medio de cultivo es pequeño, en relación con las pérdidas elevadas de agua por evapotranspiración (Ansorena, 1994). La relación aire-agua de un sustrato es muy importante, ya que el sustrato debe tener un equilibrio entre la fase gaseosa y la fase líquida.

Una mezcla que tenga una elevada porosidad tendrá las ventajas potenciales de una buena aireación y retención de agua. Sin embargo, el que estas condiciones se den en la práctica dependerá, además de la distribución de tamaños de los poros. Si estos son muy grandes, la porosidad estará ocupada principalmente por aire, pudiendo llegar a ser insuficiente la cantidad de agua retenida. Por el contrario si los poros son excesivamente pequeños, se retendrá mucha agua, pero la cantidad de aire disponible

para la respiración de las raíces puede no ser suficiente, por lo tanto es necesario que la distribución de los poros sea la adecuada, para que el sustrato retenga las cantidades convenientes de agua y aire (Baixauli y Aguilar, 2008).

2.10.6. Disponibilidad de agua

Un sustrato a capacidad de contenedor pierde agua a medida que la planta ve efectuado una succión, debida a la transpiración del agua por las hojas. Al principio la planta extrae con facilidad el agua retenida en los poros grandes (a bajos potenciales) sin aplicar elevadas succiones. A medida que las raíces van extrayendo agua y debido a la evaporación, en el sustrato ira quedando la que ocupe los poros cada vez más pequeños (Sandoval, 2013).

El mismo autor menciona que en consecuencia, deberá ser progresivamente mayor la succión que la planta a efectuar para extraer un volumen determinado de agua, lo que equivale a decir que el agua que queda retenida se encuentra menos disponible. La retención del agua por el medio de cultivo a cada succión dependerá de la distribución de tamaños de los poros, por lo que es importante para cada sustrato la cantidad de agua retenida en un intervalo de succiones.

2.10.7. Descripción de los sustratos

2.10.7.1. Arena

La arena consiste en pequeños granos de roca que van de 0,2 a 2,0 mm de diámetro, formados como resultado de la intemperización de diversas rocas, dependiendo su composición mineral de la roca madre que le dio origen. La arena es la más pesada de los minerales que se utilizan como medio de crecimiento de las raíces, el cual es alrededor de 1, 290 kg-m³ de preferencia debe ser fumigada o tratada con calor antes de usarla, ya que puede contener semillas de malezas y organismos patógenos.

La arena prácticamente no contiene nutrientes minerales ni capacidad de amortiguamiento químico. Se usa principalmente en combinación con componentes orgánicos (Hartmann y Kester, 1992).

Las características físicas de la arena varían en función del tamaño de las partículas, por ser un material granular sin porosidad interna, depende básicamente de la granulometría. Su porosidad es inferior al 50%, tratándose exclusivamente de porosidad interarticular (Cooper, 2006). Las arenas finas con tamaño de partícula inferior a 0.5 mm presentan una buena retención de agua pero bajo de aireación

Resh (1997), indica que la arena para uso hidropónico permite un óptimo desempeño del cultivo cuando están exentas de limos, arcillas y carbonato cálcico; estos últimos pueden provocar un incremento significativo en el pH del medio, lo que puede originar desórdenes nutricionales que afectan fundamentalmente a los elementos hierro y boro, aparte de que la liberación de calcio y magnesio en exceso, debido a la naturaleza del sustrato, puede desencadenar la precipitación de fosfatos y sulfatos en el contenedor provocando la deficiencia de los mismos.

2.10.7.2. Turba

En los ensayos efectuados desde 1949 en el instituto de edafología y nutrición vegetal elaborados por Weihenstephan en 1988, la turba debido a sus propiedades físicas y químicas, es uno de los sustratos de cultivo más apropiados. No obstante, no deberán en ningún caso bañarse con la solución, pues como se indica en el caso del cultivo en grava, puede corromperse poco a poco. Esto significa que la aplicación de turba como sustrato para el cultivo hidropónico impide la utilización de los sistemas más frecuentes de aplicación de las soluciones (Penningsfeld, 1983).

El mismo autor menciona que al efectuarse estudios detallados sobre las propiedades físicas y químicas la turba en instalaciones de cultivos hidropónicos no pueden ser utilizadas, al ser bañadas con soluciones ya que estas provocan que se empantanen fácilmente, produciendo la correspondiente asfixia de raíces; Además, existe un gran peligro de podredumbre e infección en las plántulas.

La turba consiste en un material orgánico, de color oscuro y rico en carbono, que está formado por componentes vegetales que la originaron ya que se emplea como combustible y en la obtención de abonos orgánicos.

La formación de la turba es generalmente lenta como consecuencia de una escasa actividad microbiana debido a la acidez del agua en concentración del oxígeno. Con el paso de los años va produciendo una acumulación de turba que puede alcanzar varios metros de espesor a un ritmo de crecimiento que se calcula de entre medio metro y diez centímetros cada cien años (Lucas, 2002 y Patek, 2005).

2.10.7.3. Cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz es un subproducto de la industria molinera, que resulta abundantemente en las zonas arroceras de muchos países y que ofrece buenas propiedades para ser usado como sustrato hidropónico (<http://www.mercanet.cnp.go.cr>).

Entre sus principales propiedades físico-químicas tenemos que es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, es liviano, de buen drenaje, buena aireación y su principal costo es el transporte. La cascarilla de arroz es el sustrato más empleado para los cultivos hidropónicos sea cruda o parcialmente carbonizada. El principal inconveniente que presenta la cascarilla de arroz es su baja capacidad de retención de humedad y lo difícil que es lograr el reparto homogéneo de la misma (humectabilidad) cuando se usa como sustrato único en camas o bancadas (<http://www.icta.gob.gt>).

Adams, 2004 indica que la cascarilla de arroz se utiliza fundamentalmente con grava, ya que esta es muy liviana y su capacidad de retención de humedad es baja, con un 40%, ya mezclado.

El mismo autor menciona que la principal función de esta mezcla es favorecer la oxigenación del sustrato. Cuando se utiliza la cascarilla de arroz es recomendable hacer un proceso de desinfección química o física, con el fin de eliminar partículas pequeñas, así como hongos, larvas de insectos u otro microorganismo que pueda ocasionarnos una contaminación a nuestro cultivo hidropónico, este tipo de sustrato es difícil de conseguir ya que solo es producido en zonas donde se cultiva el arroz.

Para mejorar la retención de humedad de la cascarilla, se ha recurrido a la quema parcial de la misma. Esta práctica mejora la humectabilidad, es en realidad muy poco lo que aumenta la capilaridad ascensional y la retención de humedad AMHPAC, 2013.

2.10.8. El riego

Castellanos *et al.*, (2009) indican que para los cultivos hidropónicos es imprescindible el uso de un sistema de riego para suplir las necesidades de agua de las plantas y suministrar los nutrientes necesarios. Los sistemas de riegos que pueden utilizarse van desde una manual hasta el más sofisticado con controladores automáticos de dosificación de nutrientes, pH y programador automático de riego.

2.11. Carpa solar

Harris (2000), señala que una carpa solar es una construcción que permite controlar el ambiente y producir cultivos delicados. Existen diferentes tipos, el más común es del tipo túnel, media agua; su construcción es por lo general sencilla, se utiliza adobe para los muros, madera o hierro de construcción para el armazón del techo y polietileno (agro film) en su cubierta. El mismo autor indica que la cubierta de polietileno resulta más económica y de mayor difusión por su resistencia regula y durabilidad de 1 a 3 años.

Kohl (1990), señala que los cultivos en carpa surgen en el país como respuesta a las frustraciones de no poder encarar problemas estructurales en el Altiplano; sin embargo aunque las carpas no pueden solucionar problemas de fondo, si pueden tener un rol como componente de desarrollo.

2.11.1. Ventajas de la carpa solar

Ortiz *et al.*, (2009), menciona que presenta las siguientes ventajas.

a) Ventajas

- Los cultivos son más precoces, el cual permite el inicio de la producción
- Alta resistencia a los vientos y fácil instalación.

3. LOCALIZACIÓN

3.1. Ubicación Geográfica

El presente trabajo de investigación se efectuó en el invernadero de la materia de forrajes del Centro Experimental de Cota-Cota dependiente de la Universidad Mayor de San Andrés, situada en la Provincia Murillo del Departamento de La Paz, a 3445 m.s.n.m. y a 16° 32' 04" Latitud sur y 68° 03' 44" Longitud Oeste.

3.2. Características de la zona de estudio

3.2.1. Clima

Quiroz, (2013), menciona que las condiciones agro climáticas son de cabecera de valle, los veranos son calurosos y alcanza una temperatura de 25°C., en la época invernal la temperatura puede descender hasta -5°C., en los meses de agosto a noviembre se presentan vientos fuertes con dirección este, la temperatura media es 13.5°C., con una precipitación de 488.53mm y una humedad relativa de 46%.

3.2.2. Vegetación

Guzmán (2000), menciona que el Centro Experimental de Cota-Cota presenta las siguientes especies; acacia negra (*Acacia melanoxylon* R.Br.), acacia floribunda (*Acacia retinodes* Schlecht.), aroma (*Acacia dealbata* Linx.), eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.), retama (*Spartium junceum* L.), queñua (*Polylepis besseri* Hieron.), ligustro (*Ligustrum sinensis* Lour.), chillca (*Baccharis rubricaulis* Rusby.) y cultivos agrícolas.

En la figura 1 se presenta el mapa de ubicación de la realización del trabajo de investigación.

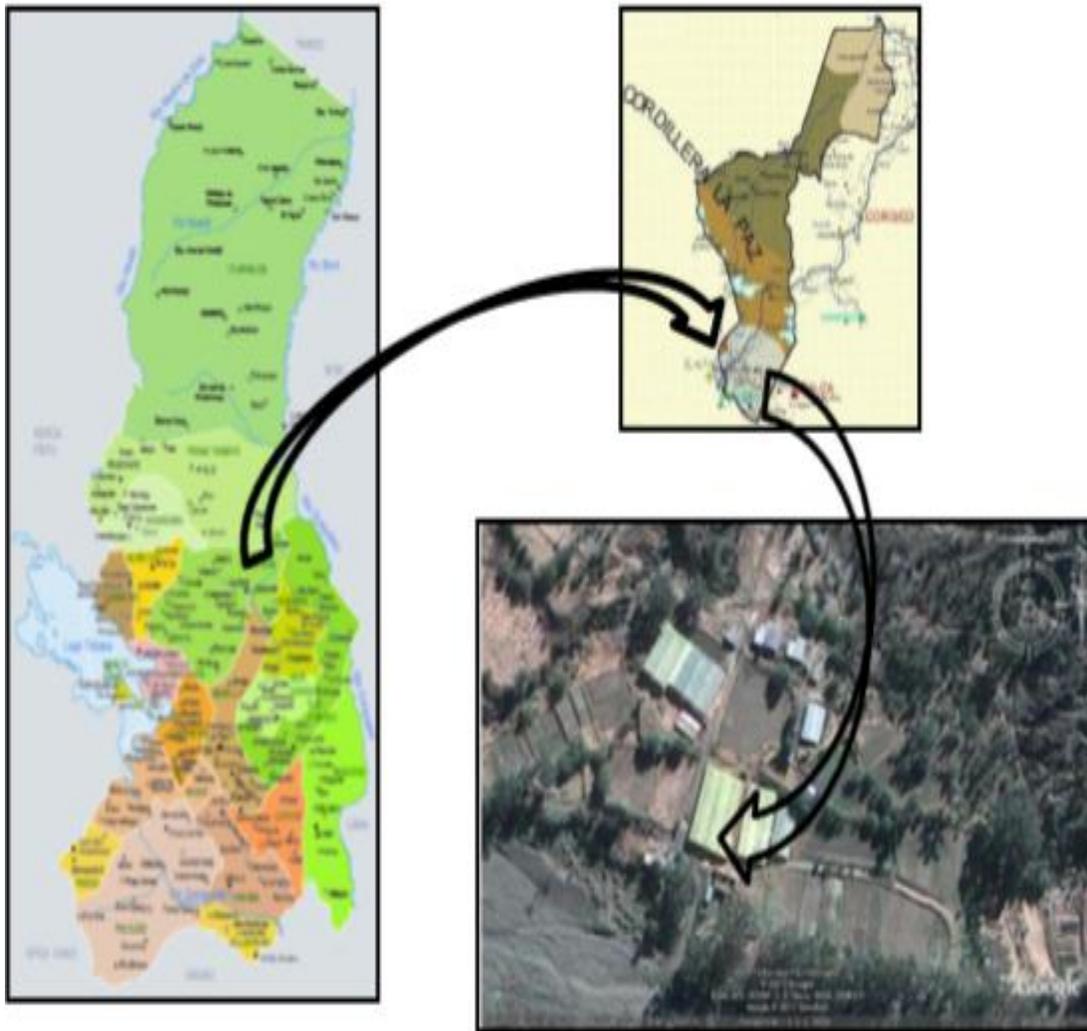


Figura 1 Ubicación del centro experimental de Cota-Cota

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Material orgánico e inorgánico

- Cascarilla de arroz
- Turba
- Arena de río

4.1.2. Material genético

Se utilizó semillas de dos variedades de pepinillo:

- Variedad híbrida **CALYPSO**

Germinación: 90%
Pureza: 99%
Materia inerte: 1%
Origen: Chile

- Variedad híbrida **EUREKA**

Germinación: 99%
Pureza: 99%
Materia inerte: 1%
Origen: Chile

4.1.3. Materiales de campo

- Bolsas de polietileno negro(diámetro 20 cm y largo 35 cm)
- Pala
- Pitas para delimitar
- Alambre para tutorar
- Pitas de tutoraje
- Cinta métrica (30 m)
- Flexometro
- Vernier
- Marbetes
- Balanza

4.1.4. Materiales de gabinete

- Libreta de campo
- Hojas de registro
- Computadora
- Cámara fotográfica
- Material de escritorio

4.1.5. Fertilizantes

- Plan prod 15-15-30
- Plan prod 10-52-10
- Nitrato de potasio
- Sulfato de magnesio
- Nitrato de calcio
- Quelato

4.2. Metodología

4.2.1. Implementación del sistema hidropónico

Para la implementación de la presente investigación se hizo el reconocimiento visual de la carpa con un área de 11,30 m de largo por 7 m de ancho de madera de dos aguas y el área efectiva que se utilizó fue 4 m de ancho y de largo 2,62 m posteriormente se realizó la limpieza y nivelación del lugar.



Figura 2 Implementación del sistema hidropónico

4.2.2. Preparación y limpieza de los sustratos de sostén

Para la preparación se efectuó el acopio del sustrato (arena común) que se obtuvo del río Jillusaya de Cota-Cota y el acopio de la turba los cuales fueron desinfectados de

forma física con agua caliente, también se realizó el tostado de la cascarilla de arroz con el objetivo de eliminar microorganismos que perjudique el desarrollo de la planta.



Figura 3 Preparación y limpieza de sustrato de sostén

La arena de río está compuesta de 75% de arena fina y cascajo en 25% esto con la finalidad que exista una aireación y evite la compactación del sustrato (La Molina 2004).

4.2.3 Preparación de macetas

Se realizó la preparación de los sustratos previamente, para luego realizar el llenado de los mismos en las bolsas negras con medidas de 20 cm de ancho y 35 cm de largo la cual se llenó a una altura de 25 cm para luego trasladarlos al área de estudio.



Figura 4. Preparación de macetas.

4.2.4 Nivelación del área en estudio

Se realizó la nivelación del área en estudio con el fin de nivelar las partes accidentadas posteriormente con las macetas llenas de los sustratos en estudio, se realizaron cuatro orificios a una altura de 5 cm alrededor de la maceta en las partes laterales para el flujo del agua y así exista drenaje en las maceta.



Figura 5 Nivelación de las macetas.

4.2.5 Almácigo

Se procedió al llenado de las bandejas de almácigo con turba y arena de río previamente desinfectadas con agua hervida y lavada, seguidamente se dividió en surcos pequeños, para alojar la semilla de las dos variedades de estudio en una sola bandeja separada e identificada.



Figura 6. Almácigo de las variedades Calypso y Eureka.

4.2.6 Trasplante

El trasplante se realizó cuando las plántulas alcanzaron aproximadamente 10 cm de altura y con 4 hojas verdaderas. Previamente en el sustrato se realizó un hoyo en el centro para trasplantarlas.



Figura 7 Trasplante de los plantines de los pepinillos

4.2.7 Solución nutritiva

Antes de preparar la solución nutritiva se registraron los datos del análisis químico del agua, con estos datos se ejecutó una adecuada formulación que requiere el cultivo para

poder realizar el riego desde que se realizó la siembra en la almaciguera.

Una vez determinado el tipo de fertilizantes y la cantidad adecuada de nutrientes para el completo desarrollo de la planta; cumpliendo así con los requerimientos nutricionales del cultivo por ello se preparó la solución “A” y solución “B”.

Las soluciones se las prepararon para el desarrollo del pepinillo tanto para el desarrollo, floración y la fructificación, representados en litros para cada etapa del ciclo cuyo detalle se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 5 Cantidades de fertilizantes para distintas fases de desarrollo del pepinillo.

Solución A		Cantidad 3500 cm³	
	Fertilizante	Germinación	Desarrollo
	Nitrato de calcio	1,54	27,89
	Nitrato de potasio	1,08	18,9
	Sulfato de magnesio	0,68	12,24
	Plan prod 15-15-30	2,6	5,6
Solución “B”		Cantidad 6000 cm³	
	Fertilizante	Floración	Producción
	Nitrato de calcio	20 gr	18,22
	Nitrato de potasio	6,32	6,43
	Sulfato de magnesio	6,30	10,18
	Quelatos 10% Fe	70	90
	Plan prod. 10-52-10	5,6	8,5

4.2.8. Aplicación de la solución nutritiva y frecuencia de riego

La preparación de las soluciones nutritivas se realizó en cuatro partes para realizar el riego correspondiente en las diferentes etapas del cultivo.

- **Almaciguera**

Las soluciones fueron pesadas y calculadas para 3,5L lo cual se fue aplicando en nuestra almaciguera durante tres veces al día. La almaciguera contaba con el drenaje necesario para eliminar el exceso de la solución nutritiva.

Por lo que la frecuencia de riego de la almaciguera fue cada dos días con la ayuda de una regadera, ya que los sustratos tienen la capacidad de retener mayor humedad en consideración al requerimiento del pepinillo.

- **Desarrollo**

En esta etapa las plántulas fueron trasplantadas de la almaciguera a las macetas en estudio con los sustratos respectivamente, en la cual se preparó una nueva solución nutritiva para el desarrollo de las plantas.

Al inicio después del trasplante el riego se realizó con la misma formulación que la almaciguera, el volumen de riego fue de 75 ml dos veces al día por maceta durante un tiempo de dos semanas, hasta que las plántulas de las macetas se adapten a los sustratos en estudio, pero el riego no fue constante sino de cada 48 horas.

Pasada las dos semanas se rego con la nueva solución nutritiva el volumen de riego fue en aumento a 85 ml por maceta con riego a cada 48 horas respectivamente, pero se luego la frecuencia de riego se disminuyó a 80 ml con un total de 5,76 litros para todas las 72 macetas en estudio ya que se determinó que el volumen anterior saturaba el volumen de la maceta provocando así en algunas macetas la pudrición de la raíz del pepinillo, siendo ese volumen hasta la etapa de floración.

- **Floración**

Para la floración se renueva la formulación nutritiva y se mantiene el mismo volumen de 80ml de riego que en el desarrollo de la planta hasta que se empiezan a desarrollar los primeros frutos y se aumentó 5ml más es decir a 85ml de riego por maceta y en un total de 6, 12 litros, ya que los nuevos frutos se fueron desarrollando e iban en aumento la floración en las macetas.

Con el aumento de la solución nutritiva la frecuencia de riego disminuye ya que se realizó dos veces a la semana y dos veces al día hasta que los frutos estén desarrollando.

- **Producción**

En esta última etapa se realizó una nueva solución nutritiva para la nutrición y desarrollo de los pepinillos, la frecuencia de riego se realizó igual que en la floración ya que en esta etapa los frutos deben nutrirse para su desarrollo.

Donde en la formulación el aumento del sulfato de magnesio fue en aumento de 6,30 a 10,18 gramos donde los frutos necesitan en su desarrollo para su fructificación mayor cantidad de magnesio, como menciona Carrasco, (2004).

4.3. Labores culturales

a) Marco de plantación

El marco de plantación se estableció en función al distanciamiento en campo sin embargo para esta investigación se realizó la distancia entre planta y planta de 20 cm y la distancia de maceta a maceta de 50 cm como se observa en la figura 7.

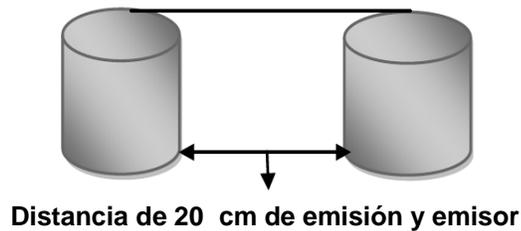


Figura 8 Marco de plantación

b) Deshierbe

La extracción de las malezas de los pasillos entre las macetas se la realizó manualmente con el fin de aminorar las enfermedades e insectos nocivos a la planta.



Figura 9 Pasillos deshierbados.

c) Poda de la planta de pepinillos.

Esta actividad se realizó aproximadamente a los 45 – 50 días de la plantación cuando las plantas adquieren una altura de 25 – 30 cm, posteriormente se eliminó el ápice principal con una tijera de podar y la eliminación del ápice principal fue para estimular los ejes laterales.



Figura 10 Poda del ápice principal y ejes laterales.

d). Tutorado

El tutorado se realizó con la instalación de alambre galvanizados a una altura de 2 m por de la planta y horizontalmente el cual nos permite la sujeción del hilo de tutoraje para luego amarrar en la parte basal de la planta se sujetó con el hilo de tutoraje, esto con la finalidad de mantener la planta erguida y que no se produzca el exceso de peso en la planta debido a los frutos y también la mejora de la aireación y la luminosidad.



Figura 11 Tutorado de la planta de pepinillo

e). Deshojado

Se procedió a la eliminación de las hojas del tallo principal que se encuentra por debajo de la primera cruz esto con el objetivo de facilitar la aireación y la iluminación del interior de la planta, esto con la finalidad de obtener una mayor floración y menor ataque de enfermedades.

f). Cuidados fitosanitarios

En el ensayo se presentaron mosca blanca, arañuelas y algunas orugas:

- La mosca blanca se presentó en menor proporción el cual se pudo controlar eliminando manualmente.
- Las arañuelas se presentaron telarañas y pequeñas arañas en las hojas que se controló con un riego por aspersion de abajo a arriba de forma manual.
- Las orugas aparecieron durante el tiempo del almácigo de los plantines pero no fue de gran importancia.

g). Cosecha

La cosecha se realizó cuando los frutos alcanzaron la madurez fisiológica que se determina por un color verde intenso y color brillante. Los frutos se recolectaron con 1 – 1,5 cm de pedúnculo en la recolección se utilizó una tijera de podar cosechando con mucho cuidado para que no sufran heridas tanto en el fruto como en la planta.



Figura 12 Cosecha de los frutos.

4.4. Diseño Experimental

Para la implementación de la presente investigación se utilizó un diseño completamente al azar aplicando un arreglo Bi-factorial con dos tratamientos y tres repeticiones. La comparación de medias propuesta es la prueba de rango múltiple Duncan al 5% de significancia Calzada, (1983). Los factores fueron A variedades y factor B sustratos.

4.4.1 Modelo lineal aditivo

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

- Y_{ijk} = Una observación cualquiera
- μ = Media general
- α_i = Efecto del i-esimo nivel del factor A (variedades)
- δ_j = Efecto del j-esimo nivel del factor B (sustratos)
- $(\alpha\delta)_{ij}$ = Efecto del i- esimo nivel del factor A, con el j- esimo nivel del factor B (interacción A x B; Variedades x Sustratos)
- ε_{ijk} = Efecto debido al error experimental

Factores de estudio son:

a) Factor A: Variedades de Pepinillo

- a1 : Calypso
- a2 : Eureka

b) Factor B: sustratos

- b1: 45% cascarilla de arroz, 30% turba y 25% arena de rio
- b2: 30% cascarilla de arroz, 40% turba y 30% arena de rio

Tratamientos combinados del experimento.

T1: a1 x b1 = V1 Calypso x S1 (45% cascarilla de arroz, 30% turba y 25% arena)

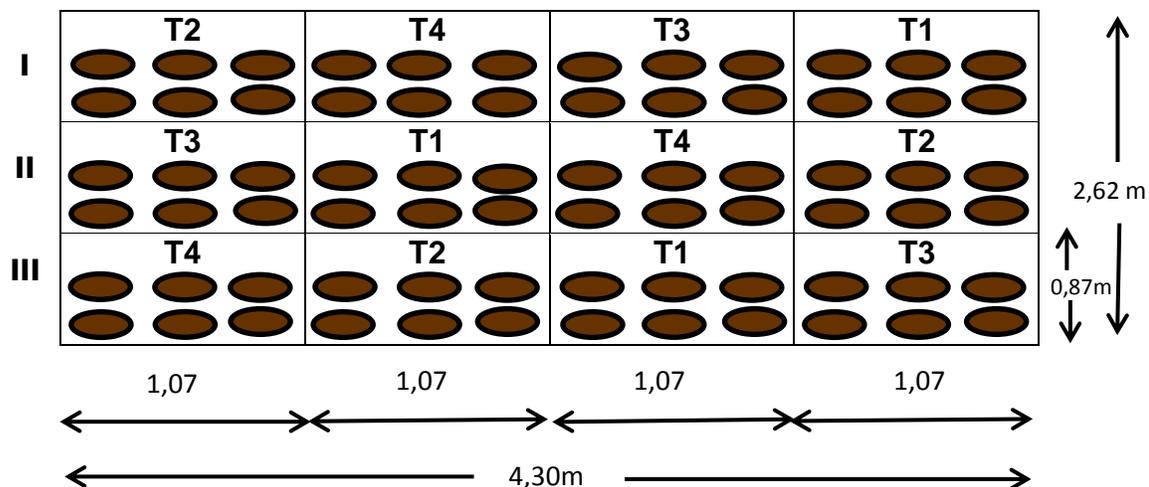
T2: a1 x b2 = V1 Calypso x S2 (30% cascarilla de arroz, 40% turba y 30% arena)

T3: a2 x b1 = V2 Eureka x S1 (45% cascarilla de arroz, 30% turba y 25% arena)

T4: a2 x b2 = V2 Eureka x S2 (30% cascarilla de arroz, 40% turba y 30% arena)

4.4.2. Croquis del experimento

Figura 13 Distribución de los tratamientos en el área experimental.



4.5. Variables de respuesta

4.5.1. Variables fenológicas

a) Días a la emergencia

En esta variable también se contó el número de semillas germinadas de ambas variedades de la almaciguera, al tercer y quinto día después de la siembra así mismo se registraron los datos de las plántulas.

4.5.2. Variables agronómicas

a) Porcentaje de prendimiento

Para esta variable se contó el total de los plantines que prendieron en los sustratos en estudio en los diferentes tratamientos a los 15 días después del trasplante.

b) Altura de planta

Para la toma de datos de esta variable se tomaron medidas de la altura de las plantas muestreadas de forma manual con ayuda de un flexometro, desde el cuello o nudo vital hasta el ápice durante todo su crecimiento hasta la cosecha, cada cinco días durante 12 semanas después del trasplante, obteniendo así un promedio por tratamiento.

c) Número de flores por planta

El número de flores por planta se tomó a partir del día 45 después de la siembra, mediante el conteo manual de todas las flores de los tratamientos en estudio y así mismo se observó que variedad en estudio obtuvo mayor cantidad de flores.

d) Número de frutos por planta

Para la evaluación de esta variable se hizo el conteo manual de todos los frutos de las plantas según los tratamientos establecidos en la experimentación del cultivo de pepinillo.

e) Diámetro del fruto

En esta variable se procedió a la toma de datos, cuando los frutos alcanzaron la madurez fisiológica, midiendo la parte central del fruto, con la ayuda de un vernier, la medición fue manual en los diferentes tratamientos.

f) Largo del fruto

Para medir esta variable se utilizó una cinta métrica, midiendo a partir de la base del fruto hasta el ápice del mismo, tomando muestras de diez unidades de pepinillo midiendo la distancia entre extremos del fruto.

g) Peso del fruto

Luego de la cosecha se procedió al pesado de diez frutos por cada planta con la ayuda de una balanza de precisión y repitiendo así para cada tratamiento.

h) Rendimiento

El cálculo del rendimiento se realizó pesando los frutos de cada unidad experimental parámetro que permitirá seleccionar en dos categorías en el momento de la cosecha según el tamaño en peso y los defectuosos que se podrían tener en el manipuleo de la baya.

4.5.3. Evaluación Económica

Para la evaluación económica se consideró el ingreso neto y la relación beneficio / costo de la producción con el propósito de estimar los beneficios y costos que generaría la implantación del presente trabajo, debido a que el mismo está enfocado a la rentabilidad del cultivo (Calatayud, 2001).

4.5.3.1. Costos de producción

El análisis de la relación beneficio costo del cultivo de dos variedades de pepinillo, se realizó a través de cálculos, en cuanto a costos de producción y beneficios, teniendo en cuenta los costos parciales de producción, beneficios brutos y netos, sugerido por Sapag (2007), que propone una metodología sobre el presupuesto parcial, como herramienta útil para determinar las implicaciones económicas y bajo condicione de manejo ecológico, se calcularon a través de las siguientes fórmulas:

- **Beneficio Bruto**

$$BB = R \times P$$

Dónde:

BB = Beneficio Bruto

R = Rendimiento ajustado, es el rendimiento reducido en un 20 %
en tn/ha, con la finalidad de estimar el que podría lograr el agricultor.

P = Precio en el mercado considerando en los mercados de la ciudad.

- **Beneficio Neto**

$$BN = BB - CV$$

Dónde:

BN = Beneficio Neto es la diferencia entre el beneficio bruto y el
costo variable de producción.

BB = Beneficio Bruto resultado de la multiplicación del rendimiento
ajustado con el precio del producto.

CV = Costos variables e producción en Bs/ha, considerando los costos de
insumos mano de obra

- **Relación Beneficio / Costo**

$$\mathbf{B / C = BN / CV}$$

La relación Beneficio Costo se determina de la siguiente forma:

La relación $\mathbf{B / C > a 1}$: Los ingresos económicos son mayores a los gastos de producción, por lo tanto el cultivo es rentable, el agricultor tiene ingresos.

La relación $\mathbf{B / C = a 1}$: Los ingresos económicos son iguales a los gastos de producción, por lo tanto el cultivo no es rentable, solo cubre los gastos de producción, por tanto el agricultor no gana ni pierde.

La relación $\mathbf{B / C < a 1}$: No existe beneficio económico, por lo tanto el cultivo no es rentable, el agricultor pierde.

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Características climáticas del ambiente protegido

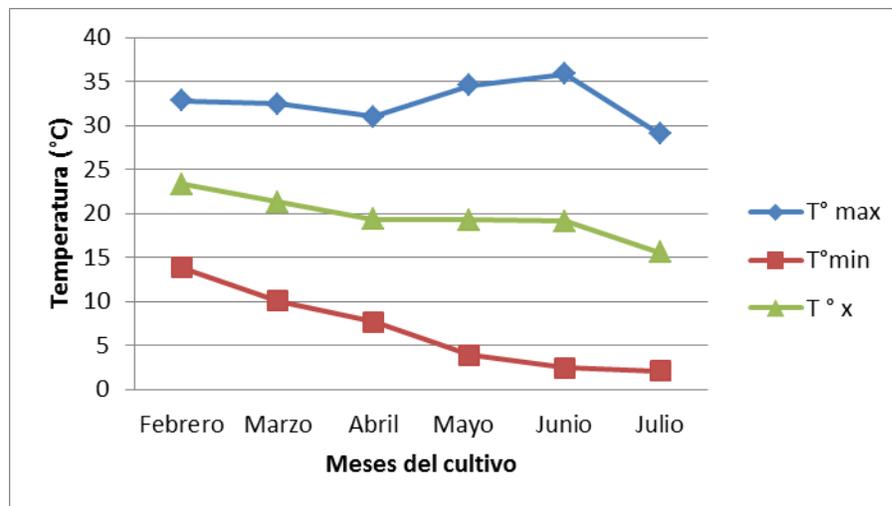
El registro de temperaturas máximas y mínimas, fue llevado a cabo con la ayuda de un termómetro, ubicado en el medio extremo del área experimental, esto con el objeto de determinar la variación existente entre los meses en los que fue realizado el experimento.

Las temperaturas fueron registradas todos los días, las mínimas a las 08:00 horas, y las temperaturas máximas se registraron a las 18:00 horas, (pasado el periodo de máxima elevación de temperatura).

5.1.1. Temperatura

Las temperaturas medias registradas en la carpa solar oscilaron entre los 4°C como mínimo en el mes de mayo y 31°C en el mes de abril como temperatura máxima, comparando estos resultados con lo citado por Plata (2013), quien señala que, el pepinillo es una planta de clima templado, sensible a bajas temperaturas, sobre todo cuando el fruto ha madurado.

Figura 14 Comportamiento de la temperatura



Como se puede apreciar en la figura 13, la temperatura más baja (2°C.) correspondiente al mes de julio, debido al descenso de temperaturas por la época de invierno por lo que incidió en las temperaturas dentro la carpa. Seguidamente se observa que las temperaturas mínimas más elevadas (14°C.) correspondiente a los meses de febrero, que en comparación con la temperatura anteriormente mencionada representan mucha diferencia, debido a que también se encuentran entre los meses relativamente fríos debido a las precipitaciones pluviales y el inicio de la época de invierno.

Del mismo modo en lo que se refiere a la temperatura máxima el mes de julio fue el mes en el que se registró la temperatura máxima más baja de todo el experimento (29°C).

La temperatura máxima más elevada fue la registrada en los meses de mayo y junio con (34 y 36°C.) y finalmente los meses de febrero y abril con (31°C) al igual que el mes de marzo con (32°C) respectivamente que presentaron temperaturas intermedias.

Al respecto Centa (2003), indica que la temperatura mínima óptima para el pepinillo es de 14°C, y como máxima es de 25°C., con temperaturas inferiores a 14°C., y superiores a 25°C., el crecimiento de la planta se detiene.

Cuadro 6 Registro mensual de temperaturas promedio durante el ciclo del pepinillo.

Meses	Temperatura Mínimas Promedio °C	Temperatura Máximas Promedio °C	Temperatura Promedio °C
Febrero	13.80	30.84	23,32
Marzo	10.08	32.47	21,275
Abril	7.67	31.01	19,34
Mayo	3.92	34.58	19,25
Junio	2.44	35.84	19,14
Julio	2.07	29.04	15,555

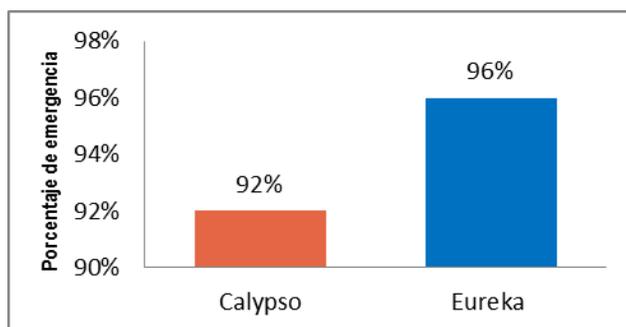
El cuadro 6 muestra la variación de la temperatura tanto máxima como mínima que se registraron a lo largo del trabajo en investigación.

5.2. Comportamiento en la almaciguera

5.2.1. Días a la emergencia

La evaluación con respecto a la variable de días a la emergencia en relación a las variedades Calypso y Eureka en estudio, muestra los siguientes resultados.

Figura 15 Quinto día después de la siembra



La figura 15, representa los resultados obtenidos respecto al porcentaje de germinación a los cinco días del experimento dentro de la almaciguera, en la que nos muestra que el mayor número de semillas emergidas fueron de la variedad Eureka alcanzando 96% y así mismo con la variedad Calypso con la prueba de germinación 92% respectivamente, por el contrario se obtuvo menores porcentajes de germinación con un 98% la variedad Eureka y con un 100% en la variedad Calypso respectivamente, a los ocho días de la siembra.

Los valores de germinación considerados altos, comparado con lo que obtuvo Barrientos (2002), quien reporta tan solo un 75%, de germinación pasados 15 días después de la siembra, dicha diferencia en el porcentaje de germinación y en la cantidad de días de la germinación posiblemente se deba a mejores características adquiridas por el suelo debido a una retención de humedad y aumento de la temperatura del suelo.

Estas diferencias entre el número de días, pueden deberse a caracteres genéticos, debido a que se ha utilizado una semilla híbrida como también a factores externos, como tiempo de almacenamiento de la semilla, humedad, oxígeno, luz y temperatura durante la germinación los cuales retrasan o aceleran la emergencia.

Asimismo Maroto (1995), señala que el medio debe ofrecer buena condición de producción, una buena fertilidad, humedad y buena estructura del suelo para obtener plántulas de tamaño aceptable.

Al respecto Huerres (1998), menciona que la emergencia de las semillas de pepinillo es muy lenta a bajas temperaturas y no se produce por debajo de los 10°C, a temperaturas de 15 a 20°C la emergencias se produce a los 20 días, a temperaturas de 20 a 25°C se produce a los 10 días y a temperaturas de 25 a 30 °C se produce a los 5 días.

Con relación al almacigo se utilizó arena de río y turba estos sustratos poseen la cualidad de retención de temperatura y humedad, la temperatura en el sustrato es importante para acelerar la emergencia y al mismo tiempo contribuye al crecimiento de las raíces por ser un sustrato poroso y buen drenaje en el momento del riego.

5.2.2. Altura de planta

La altura de planta dentro de la almaciguera se muestra en el cuadro 7, para el cual se realizó el análisis estadístico con la prueba de " t " para dos muestras, para las variedades en estudio dentro de la almaciguera.

Los resultados obtenidos en la prueba de " t " para la altura la media de la variedad Calypso es de 12,49 cm con respecto a la variedad Eureka es de 13,13 cm de las diez plántulas registradas en ambas variedades presentes en la almaciguera.

El valor " P " en los resultados obtenidos es de 0,43 mientras en ambas variedades en cuanto al valor crítico se encuentran al 0,21 por lo que se acepta la hipótesis nula las alturas de las variedades en almaciguera son estadísticamente similares entre sí.

Cuadro 7 Prueba " t " para dos muestras de variedades en altura de planta.

Estadístico	Calypso	Eureka
Media	12,49 cm	13,13 cm
Observaciones	10 plántulas	10 plántulas
Valor P	0,43	0,43
Valor crítico	2,1	2,1

5.2.3. Número de hojas de la almaciguera

El número de hojas de la almaciguera se muestra en el cuadro 8, en el cual se realizó el análisis estadístico de prueba de " t " para dos muestras en ambas variedades Calypso y Eureka, el cual indica que se obtuvo una media en el número de hojas la variedad Calypso con 2,14 y de la variedad Eureka un 2,16 respectivamente, mientras que el valor de P es 0,73 siendo el valor crítico es de 2,1 muestra que al igual que en a prueba de " t " mostrada para la altura de planta se obtuvo que se acepta la hipótesis nula.

Cuadro 8 Prueba T para dos muestras de variedades en número de hojas.

Estadísticos	Calypso	Eureka
Media	2,14	2,164
Observaciones	10	10
Valor P	0,73	0,73
Valor crítico	2,1	2,1

5.3. Comportamiento fenológico

5.3.1. Porcentaje de prendimiento

Una de las variables evaluadas en el presente trabajo es el porcentaje de prendimiento de las plántulas después de ser trasplantados a las macetas en estudio.

El coeficiente de variación del análisis de varianza del cuadro 9 acerca del porcentaje de prendimiento fue de 9,74%, lo que indica que se encuentra en un valor aceptable para las investigaciones en ambientes protegidos, al ser menor al 30%, lo que existió un buen manejo experimental y confirma que los datos obtenidos son confiables.

A la vez, el cuadro señala que existen diferencias altamente significativas para el factor (A) (variedades Calypso y Eureka), factor (B) (relación de sustratos S1= 45% cascarilla de arroz, 30% turba 25% arena de río y S2= 30% cascarilla de arroz, 40% turba y 30% arena de río), al igual que en la interacción de los dos factores AxB señala también que existe diferencia significativa entre las variedades con la relación de los sustratos.

Por lo que estos factores son independientes para la variable del prendimiento y su desarrollo del pepinillo en el tiempo evaluado.

Cuadro 9 Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento en el cultivo de pepinillo.

F.V.	G.L.	S.C.	CM	FC	p-valor
Variedad	1	456,33	456,33	16,40	0,0037 **
Sustratos	1	1496,33	1496,33	53,76	0,0001 **
Variedad x Sustrato	1	280,33	280,33	10,07	0,0131 *
Error experimental	8	222,67	27,83		
Total	11	2455,67			

FV =fuente de variación; GL= grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM =cuadrado medio; F calculado; ** =altamente significativo; *=significativo; NS = no significativo

C.V. = 9,74 %

5.3.1.1. Comparación de medias de porcentaje de prendimiento en variedades

Las comparaciones de medias de las variedades empleadas, son evaluadas según la medición de porcentaje de prendimiento el cual se observa en el cuadro 10.

Cuadro 10 Comparación de medias de porcentaje de prendimiento en variedades.

Variedades	Media %	Duncan
Eureka	60%	A
Calypso	48%	B

Según el cuadro 10 del resultado de comparaciones de medias, la variedad Eureka obtuvo mayor porcentaje de prendimiento en 60 %, que en comparación de Calypso que obtuvo 48 % de prendimiento, debido a las condiciones ambientales, como ser temperatura que se dentro de la carpa que oscila de 25°C a 28°C, evidentemente es según al comportamiento de las variedades empleadas.

Esta diferencia del porcentaje de prendimiento entre variedades, es posiblemente por la característica de la misma variedad o por una mala absorción de nutrientes por medio de la raíz, y una distribución de uniforme dentro de la planta, evitando su completo desarrollo, o por acumulación de nutrientes.

También se indica que la diferencia entre ellas se debe a la aplicación de los al cambio de las solución nutritiva y su adaptabilidad en cuanto a la retención de humedad, porosidad y la absorción de los nutrientes aplicada a esa etapa de crecimiento de la variedad.

Así mismo esta respuesta, puede deberse al metabolismo de la especie, como también a los mecanismos de absorción de nutrientes que poseen las plantas en este caso lo que influye con más énfasis en el crecimiento es el nitrógeno o las diferentes formas de esta, como el ion nitrato o amonio que a concentraciones mayores, provoca una acumulación intracelular provocando algún problema en la asimilación por tanto en la formación de aminoácido lo cual las plántulas se adaptan y su desarrollo es continuo.

5.3.1.2. Comparación de medias en el porcentaje de prendimiento en sustratos.

La adaptación de la relación de sustratos en el porcentaje de prendimiento de las plantas es evidente para el cual se muestra la comparación de medias, con respecto al porcentaje, dependiendo de la distribución de tratamientos estudiados el cual se observa la diferencia en el cuadro 11.

Cuadro 11 Comparación de medias de porcentaje de prendimiento en sustratos

Sustratos	Media %	Duncan
Sustrato 1	65%	A
Sustrato 2	43%	B

En la relación de sustratos, las plantas con el sustrato 1 de (45% cascarilla de arroz, 30% turba y 25% arena) obtuvieron mayor porcentaje 65% y alcanzando menor porcentaje de prendimiento con un 43% fue el sustrato 2 (30% cascarilla de arroz, 40% de turba y 30% de arena) la diferencia es que las plantas se fueron desarrollando y adaptaron mejor en la relación del sustrato 1 de 45% cascarilla de arroz, 30% turba y 25% arena, desarrollando así la parte vegetativa de planta y preparándose para la etapa de elongación o el crecimiento de la planta.

La relación de los diferentes hace se amplió las características de los sustratos utilizados en el experimento como ser la mayor retención de humedad e esponjamiento y la porosidad de los sustratos al momento del trasplante de las plántulas en cuanto al prendimiento.

Por lo que la mejor relación en la comparación Duncan indica que es el sustrato 1 donde esta relación es de mayor cantidad de cascarilla de arroz con un intermedio de turba y un poco cantidad de arena lo que la relación nos da que existe una mayor retención de humedad y porosidad con la unión de turba y la cascarilla de arroz, agregándole una compactación y percolación con la arena mezclada con los sustratos anteriores.

5.3.1.3. Comparación prueba de efectos simples variedades por sustratos.

En cuanto la prueba de comparaciones para esta variable se obtuvo en el análisis de varianza que en la interacción entre variedades y la relación de sustrato indica que existen diferencias significativas para lo cual se realiza la prueba de efectos simples para el porcentaje de prendimiento del pepinillo.

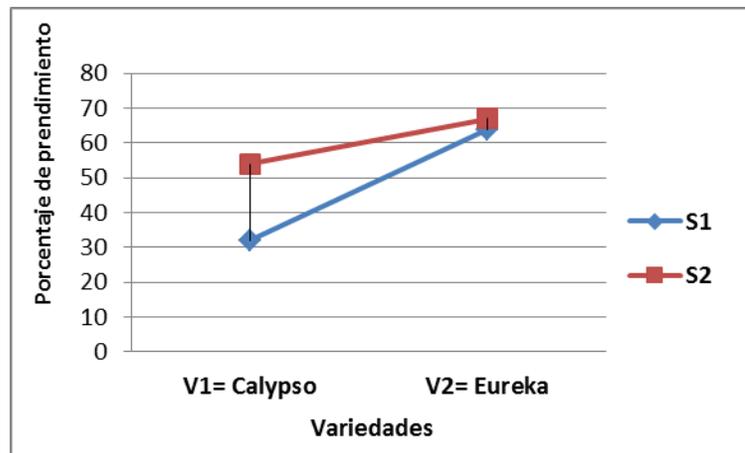
Cuadro 12 Análisis de varianza de prueba de efectos simples

FV	GL	SC	CM	FC	FT
S1 (v1)	1	1536	1536	55,19	5,32**
S2 (v2)	1	240,6	240,6	8,64	5,32*
V1 (s1)	1	726	726	26,08	5,32*
V2 (s2)	1	10,67	10,67	0,38	5,32NS
ERROR	8	222,67	27,53		

V1=Variedad Calipso; V2= variedad Eureka; S1= relación de sustrato 1 (45%cascarilla de arroz, 30% turba 25% arena de rio); S2= relación de sustrato 2 (30% cascarilla de arroz, 40%turba y 30% arena de rio)

En el cual se obtiene en el análisis de varianza de efectos simples indica que la relación de los sustratos 1(45%cascarilla de arroz, 30% turba 25% arena de rio) y 2 (30% cascarilla de arroz, 40%turba y 30% arena de rio) con respecto a ambas variedades (Eureka y Calypso) se obtiene diferencias significativas así como en la variedad Calypso con el sustrato 1(45%cascarilla de arroz, 30% turba 25% arena de rio) pero no existen diferencias significativas entre la variedad Eureka frente al sustrato 2 (30% cascarilla de arroz, 40%turba y 30% arena de rio).

Figura 16 Porcentaje de prendimiento grafica prueba de efectos simples



V1=Variedad Calipso; V2= variedad Eureka; S1= relación de sustrato 1 (45%cascarilla de arroz, 30% turba 25% arena de rio); S2= relación de sustrato 2 (30% cascarilla de arroz, 40%turba y 30% arena)

La prueba de efectos simples en la figura 16 se puede observar que las líneas de interacción, donde muestra que para la variedad Calypso el mejor sustrato es la relación de sustrato 2 (30% cascarilla de arroz, 40%turba y 30% arena), en cambio para

la variedad Eureka en la figura nos indica que no existe efecto en cuanto a ningún sustrato.

En esta prueba también podemos indicar que existen diferencias entre los sustratos con relación a la variedad Calypso pero que no es mucha la influencia entre las mismas, por otro lado la variedad Eureka si tuvo mayor influencia entre los sustratos por lo que la interacción y mayor efecto se presentó en la variedad Eureka.

5.3.2. Altura de planta

Una de las variables agronómicas que se analizó se muestra en el cuadro 13, el cual presenta los resultados del análisis de varianza en relación a la altura de planta y factores con las cantidades de sustrato con relación a las variedades.

Cuadro 13 Análisis de varianza para la altura de la planta de pepinillo

F.V.	G.L.	S.C.	CM	FC	p-valor
Variedad	1	352,08	352,08	21,18	0,0016 **
Sustratos	1	252,08	252,08	15,59	0,0042 **
Variedad x Sustrato	1	126,75	126,75	7,84	0,0232*
Error experimental	8	129,33	16,17		
Total	11	860,25			

FV =fuente de variación; GL= grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM =cuadrado medio; F calculado; ** =altamente significativo; *=significativo; NS = no significativo

CV= 9,09%

El coeficiente de variación de 9,09% muestra que los valores empleados en el análisis quedan dentro del rango permitido e indica que los datos son confiables en el manejo de las unidades experimentales.

Los resultados que se presentan en el cuadro 13, en el análisis de varianza indican que existen diferencias altamente significativas en las variedades, los sustratos y así también reflejan que entre las variedades por la relación de sustratos se obtuvo una diferencia significativa.

5.3.2.1. Comparación de medias de altura de planta en variedades.

Las comparaciones de medias de las variedades empleadas, son evaluadas según la medición de la altura de la planta el cual se observa en el cuadro 14.

Cuadro 14 Comparación de medias de altura de planta en variedades

Variedades	Media (cm)	Duncan
Eureka	50 cm	A
Calypso	39 cm	B

El cuadro 14 del resultado de comparaciones de medias, la variedad Eureka obtuvo mayor altura de 50cm, en comparación de la Calypso que obtuvo 39 cm de altura, debido a las condiciones ambientales y evidentemente según al comportamiento a cada variedad.

La diferencia entre estas variedades es evidente debido ya que esta comparación indica que la variedad Eureka es mayor altura con relación a la Calypso esto se debe a diferentes motivos sin descartar el metabolismo presente en las variedades como también a la competencia entre las mismas variedades por factores ambientales (luz, humedad y temperatura), además de la absorción de los nutrientes ya que en la etapa de crecimiento las soluciones aplicadas están relacionadas con la adición de quelatos en un 0,01% cumpliendo el requerimiento de la planta.

Además que la relación de los sustratos son a la vez factores que influyan en el crecimiento en cuanto a la humedad y espacio poroso en sus características de oxigenación del sustrato hacia la planta.

5.3.2.2. Comparación de medias de altura de planta entre sustratos.

El efecto en la relación de sustratos en la altura de planta es evidente para el cual se muestra en la comparación de medias, con respecto a la altura, dependiendo de la distribución de tratamientos estudiados el cual se observa diferencias en el cuadro 15.

Cuadro 15 Comparación de medias de altura entre sustratos

Sustratos	Media (cm)	Duncan
Sustrato 1	49 cm	A
Sustrato 2	40 cm	B

La relación de sustratos las plantas del sustrato 1 (45% cascarilla de arroz, 30% turba 25% arena) que obtuvieron mayor altura de 49cm y alcanzando menor altura las que fueron de alturas de 40 cm con el sustrato 2 (30% cascarilla de arroz, 40% turba y 30% arena), la diferencia es que las plantas con relación a los sustratos, aceleraron el desarrollo de la parte vegetativa de planta y preparándose para la etapa de floración impidiendo de esta manera la elongación o el crecimiento de la planta.

Por otro lado el desarrollo de las plantas se detuvo también por la disminución de la temperatura, llegando a los 10°C, en las plantas cercanas a las ventanas, las cuales obtuvieron una altura de 30cm a 50 cm Ibar, (1990) menciona que la planta de pepinillo detiene toda la actividad vegetativa de 9°C a 10°C y se hiel a 0°C.

5.3.2.3. Comparación de prueba de efectos simples variedades entre sustratos.

Para esta comparación de medias de la altura de planta en el análisis de varianza anterior se obtuvo una diferencia significativa en la interacción de variedades con los sustratos para lo cual se realizó la prueba de efectos simples para mayor presión.

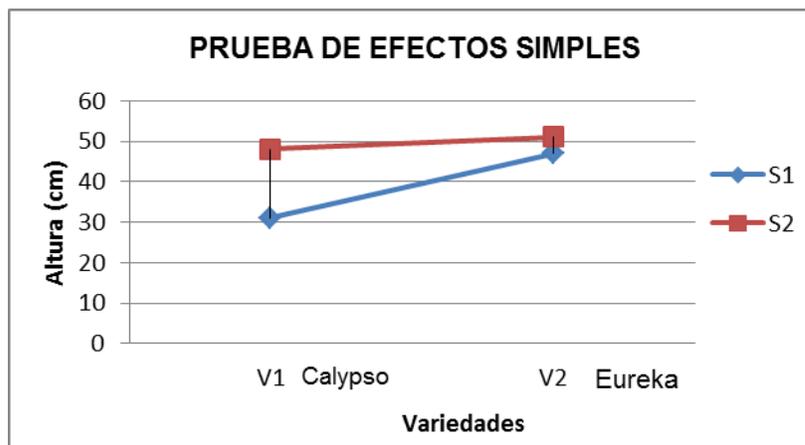
Cuadro 16 Análisis de varianza de prueba de efectos simples

FV	GL	SC	CM	FC	FT
S1(v1)	1	367,17	367,17	22,71	5,32 **
S2(v2)	1	10,67	10,67	0,66	5,32 NS
V1(s1)	1	450,67	450,67	27,87	5,32 **
V2(s2)	1	18,17	18,17	1,12	5,32 NS
ERROR	8	129,33	16,17		

V1=Variedad Calipso; V2= variedad Eureka; S1= relación de sustrato 1 (45% cascarilla de arroz, 30% turba 25% arena de río); S2= relación de sustrato 2 (30% cascarilla de arroz, 40% turba y 30% arena de río)

En la variable altura de planta de pepinillo en variedades con la relación a los sustratos donde este análisis de varianza nos indica que entre el sustrato 1 (45% cascarilla de arroz, 30% turba 25% arena de río) y la variedad Calypso indican diferencias significativas mientras que la variedad Eureka con el sustrato 2 (30% cascarilla de arroz, 40% turba y 30% arena de río) no se observa diferencia como se puede observar en la siguiente figura.

Figura 17 Altura de planta prueba de efectos simples



En la Figura 17, se puntualiza la diferencia que existe entre variedades donde se muestran los niveles tiene efecto similar en la variedad Eureka con el sustrato 2 (30% cascarilla de arroz, 40% turba y 30% arena de río) por lo que muestra el grafico son las mayor altura de planta.

Esta diferencia se debe probablemente al carácter genético de cada variedad, sustrato y nutrición que se los proporciona para un buen desarrollo longitudinal de la planta.

Con relación al crecimiento en altura del pepinillo Holguín (2002), indica que la variedad Calypso tiene un tallo erecto y ramificado que se convierte, el crecimiento herbáceo en altura de la planta.

Con respecto a la variedad Eureka menciona La Molina (2009), es un pepinillo para pinckles, la planta alcanza los 2m de altura.

La Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia (1990), indica que la variedad Calypso alcanza una altura de promedio de 1,2m y la Eureka de 1,5 m.

Durán (2009), señala que la producción de pepinillo hidropónico en las variedades indica también que bajo condiciones favorable del medio ambiente y de una nutrición perfecta las plantas desarrollan todo su potencial de crecimiento. Sin embargo no se especifica a que altitud sobre el nivel del mar se hizo el estudio.

El mismo autor indica que la diferencia entre los tipos de crecimiento bajo la aplicación de las soluciones nutritivas el trasplante hasta la cosecha es menor, esta respuesta puede deberse al metabolismo de la especie, como también a los mecanismos de absorción de nutrientes que poseen las plantas en este caso lo que influye con más énfasis en el crecimiento es el nitrógeno o las diferentes formas de esta, como el ion nitrato o amonio que a concentraciones mayores, provoca una acumulación intracelular provocando algún problema en la asimilación por tanto en la formación de aminoácidos que intervienen en el crecimiento

5.3.3. Número de flores por planta

El dato del número de flores, en relación a los factores de estudio como ser variedades vs., la relación de los sustratos que es reflejada en el cuadro 17 de análisis de varianza.

Cuadro 17 Análisis de varianza para número de flores por planta

F.V.	G.L.	S.C.	CM	F	p-valor
Variedad	1	2,08	2,08	2,50	0,1525 NS
Sustratos	1	2,08	2,08	2,50	0,1525 NS
Variedad x Sustrato	1	0,08	0,08	0,10	0,7599 NS
Error experimental	8	6,67	0,83		
Total	11	10,92			

FV =fuente de variación; GL= grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM =cuadrado medio; F calculado; ** =altamente significativo; *=significativo; NS = no significativo

$$Cv = 14,66\%$$

Los resultados de ANVA para la variable del número de flores, indica que no existe diferencia en variedades, causada por las temperaturas de 10°C y humedades de 90% extremas, por tanto las plantas permanecían húmedas, al respecto Ibar, (1990), dice

que las mejores condiciones de vida las tiene la planta si, además de una temperatura optima, encuentra en el ambiente de su entorno una humedad relativa del 60% a 70%, el desarrollo será óptimo de la planta.

La pudrición de las flores fue por la humedad que llegaba a los 99%, de esta manera la humedad se concentró en forma de gotas agua que caían en el pedúnculo y los sépalos las cuales se llegaron a pudrir además, infoagro, (2003), menciona que es muy importante que las plantas estén secas por la mañana para evitar el desarrollo rápido de plagas y enfermedades, en consecuencia afectando a la floración y la fecundación, obteniendo una floración deficiente y la caída de flores, permitiendo la reducción del rendimiento de frutos.

Si bien no existe diferencias de floración con respecto a las cantidades de sustratos, pero si se tubo abortos de flores y pudriciones de las mismas, permitiendo la regularización del número de flores, tanto en ambas variedades, reconociendo de esta manera la igualdad del número de flores, de un promedio de 4 flores por planta, sin duda alguna en este caso se debería de obtener mayor número de flores en la cantidad de sustratos.

Sin embargo en este caso no solo fue responsable la elevada humedad de 99% y las bajas temperaturas menores a 10°C, sino que también incidió la densidad de siembra, ya que en este aspecto ya estaba fijada por el sistema de riego directo por tanto se obstaculizo el intercambio de masas de aire en interior de la planta, ya que las plantas estaban muy cerca unas de otras.

Así mismo Ponce (2008), indica que a consecuencia de las bajas temperaturas durante el desarrollo del botón floral da lugar a la formación de flores con algunas anomalías: pétalos curvados y sin desarrollo, formación de múltiples ovarios que pueden evolucionar a frutos distribuidos alrededor del principal fruto, acortamiento de estambres y de pistilos, engrosamiento de ovario y pistilo y fusión de anteras.

El coeficiente de variación que se obtuvo en el conteo es de 14.6%, lo que significa que los datos obtenidos en campo fueron aceptables, pero eso no significa que en la floración habrá una buena producción ya que hubo abortos, pudriciones de flores por la alta humedad que se registraba por las mañanas, y por la densidad de siembra del cultivo.

5.3.4. Número de frutos por planta

El número de frutos cosechados es registrado en cada cosecha, el cual se muestra los resultados en el análisis de varianza en el cuadro 18:

Cuadro 18 Análisis de varianza para el número de fruto por planta

F.V.	G.L.	S.C.	CM	F	p-valor
Variedad	1	4,08	4,08	3,06	0,1182 NS
Sustratos	1	14,08	14,08	10,56	0,0117 *
Variedad x Sustrato	1	0,08	0,08	0,06	0,8089 NS
Error experimental	8	10,67	1,33		
Total	11	28,92			

FV =fuente de variación; GL= grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM =cuadrado medio; F calculado; ** =altamente significativo; *=significativo; NS = no significativo

CV = 19,81%

La alta significancia en los sustratos en el número de frutos se muestra en el análisis de varianza esto implica el desarrollo de la planta, la respectiva floración, polinización y el número de frutos cuajados, según las variedades.

Con respecto a la floración, al cuajado de frutos y la pudrición de la planta tanto en flor, en fruto y en ramas, Teres, (2001), menciona que las humedades altas y por supuesto bajas temperaturas, producen la caída de las flores, frutos deformes, también ocasiona el oídio, en los frutos el oídio comienza tanto en sépalos, en el estilo y en el estigma, en ambas variedades, pero el cuajo es menor a la variedad Calypso, posteriormente por una menor polinización en las flores, el cual reflejaría la diferencia en variedades, en relación al rendimiento.

En relación al coeficiente de variación el porcentaje es de 19, 81 %, el cual nos permite saber que el cultivo de pepinillo en el comportamiento de la producción de fruto no es similar ya que existe variación en variedades.

El número de frutos de las dos variedades de pepinillos híbridos indeterminados varía de acuerdo al análisis de varianza como se muestra en el cuadro 16, en un período de los meses, de mayo y junio. Por otro lado, todas las flores de las dos variedades de pepinillo híbridos cuajaron, hasta los cuatro primeros racimos de las plantas, tiempo en el cual duró el ensayo, existiendo así una asociación entre el número de flores con el número de frutos.

De acuerdo al cuadro 16 del ANVA con los datos de número de frutos; nos muestra diferencias estadísticas no significativas entre las dos variedades de pepinillo híbrido Calypso y Eureka. Los datos obtenidos con respecto a los sustratos en el análisis de varianza nos indica que existe una diferencia significativa entre los sustrato 1 (45%cascarilla de arroz 30% turba 25% arena de rio) y sustrato 2 (30%cascarilla de arroz 40% turba 30% arena de rio).

5.3.4.1 Comparación de medias del número de frutos

Las comparaciones de medias de las variedades empleadas, son evaluadas por el promedio de las muestras del número de frutos por planta cosechada en toda la etapa de producción el cual se muestra en el cuadro 19.

Cuadro 19 Comparación de medias del número de frutos

Sustratos	Media (unidades)	Duncan
Sustrato 1	8	A
Sustrato 2	4	B

El promedio de la cantidad de frutos totales obtenidos por la planta, según los sustratos empleados como el sustrato 2 (30%cascarilla de arroz 40% turba 30% arena de rio) que

tiene 4 frutos por planta en toda la etapa de producción en relación al sustrato 1(45%cascarilla de arroz 30% turba 25% arena de rio) obtuvo 8 frutos en toda la etapa, debido al comportamiento de las variedades en estudio, según mini huerto ecológico (2009), la procedencia de la variedad, determina el rendimiento del mismo y está influenciada por los factores que se les proporciona al cultivo para u completo desarrollo.

La cantidad del número de frutos depende mucho de la procedencia de la semilla, como también de la ambientación de la planta al clima que se le proporciona para su desarrollo en este aspecto el, comportamiento del cultivo en relación a la producción no es muy buena.

Por otra parte la disminución del número de frutos, también depende de la cantidad de número de flores polinizados o no polinizados, las cuales se llegan a desprenderse, en este aspecto, Maroto, (2000), Menciona que no todas las flores son polinizadas, por lo tanto hay desprendimientos de flores en plantas bien desarrolladas, esto también ocurre cuando existe inflorescencias, por lo tanto menor será el número de frutos cuajados.

5.3.5. Longitud de frutos por planta

La longitud de frutos en campo en la cosecha de las mismas se observa el análisis de varianza en el cuadro 20.

Cuadro 20 Análisis de varianza de la longitud de fruto

F.V.	G.L.	S.C.	CM	F	p-valor
Variedad	1	4,08	4,08	16,33	0,0037 **
Sustratos	1	4,08	4,08	16,33	0,0037 **
Variedad x Sustrato	1	0,08	0,08	0,06	0,5796 NS
Error experimental	8	2,00	0,25		
Total	11	10,25			

FV =fuente de variación; GL= grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM =cuadrado medio; F calculado; ** =altamente significativo; *=significativo; NS = no significativo

C.V. = 3,63%

Con respecto a la longitud de frutos, también depende de la variedad que se esta utilizando, en este caso es distinta ya las variedades son una semi larga (Calypso) y la

otra semi redonda (Eureka), por lo tanto la diferencia que se muestra en el cuadro de análisis de varianza, es altamente significativo en variedades, debido tal vez a la disponibilidad de nutrientes y agua, para una circulación y distribución de la misma para el crecimiento del fruto.

En cuanto a la relación de sustratos también existe diferencia significativa, esto debido a factores como ser el flujo de aire (Cambio de masas de aire), a los cambios climáticos (Temperatura, humedad) que se tenía dentro del área de estudio

La relación de ambos sustratos 1 (45% cascarilla de arroz, 30% turba y 25% arena) y sustrato 2 (30% cascarilla de arroz, 40% turba y 30% arena), evidencia de que la poda permite obtener frutos de calidad, al respecto López (2006), indica que es necesaria para conseguir mayor precocidad y mejor calidad, mejorando las condiciones de aireación y luminosidad de la planta, por otra parte, Suarez (2006) menciona que la expansión celular, es la responsable del aumento en tamaño, la cual es influida por la extensibilidad de la pared celular y por la turgencia de las células generada por el flujo de agua hacia la misma.

En relación al coeficiente de variación, es de 3.63%, este resultado permite evaluar el comportamiento en el aspecto de la producción y en relación a las variedades empleadas, por lo tanto significa que la longitud de frutos que se cosecharon fueron similares en todos los tratamientos, como también las variedades reflejaron sus características

5.3.5.1. Comparación de medias de longitud de frutos en variedades

En relación al promedio de longitud de fruto, este parámetro ha sido registrado en el momento de cosecha, el cual se observa según la variedad, como ser Eureka y Calypso, la longitud que se obtuvo y se muestra en el cuadro 21.

Cuadro 21 Comparación de medias de longitud de frutos

Variedades	Media (cm)	Duncan
Eureka	5	A
Calypso	4	B

Según el cuadro presentado se denota que la longitud de frutos obtenidos según la variedad es de 5cm de Eureka, según Vigliola, (1992), menciona que la variedad Eureka tiene los frutos verde claro de 10 a 15 cm de longitud, por otra parte la variedad, Calypso obtuvo una longitud de 4 cm, al respecto, Tiscomia, (1991) dice que la variedad Calypso, es una variedad de fruto redondeado en la parte basal, por lo tanto las variedades reflejaron sus características.

5.3.5.2. Comparación de medias de longitud de frutos en sustratos

Las comparaciones de medias de las variedades empleadas, en relación a la longitud de frutos con respecto a la relación de los sustratos son evaluadas y se detallan en el cuadro 22.

Cuadro 22 Comparación de medias de longitud de fruto en sustratos

Variedades	Media (cm)	Duncan
Sustrato 1	5,83	A
Sustrato 2	4,67	B

Con respecto a la relación de sustratos, si bien existe diferencias entre ella se observa que el sustrato 1(45% cascarilla de arroz, 30% turba y 25% arena), obtuvo mayor longitud de 5,83 debido a que la temperatura y humedad no bajaban bruscamente, por tener el número de ejes mayor a 4 ejes, proporcionando a la planta una buena condición, Infoagro, (2003), dice que para la fructificación la temperatura óptima oscila de 20°C a 30°C, para el desarrollo del fruto.

Siendo el sustrato 2 (30% cascarilla de arroz ,40% turba y 30% arena) con 4,67cm respectivamente, si bien la diferencia es mínima, pero esta diferencia es debido a la aeración y un flujo de temperatura y humedad adecuada para el desarrollo y calidad del

fruto, ya que la poda permitió a la planta un desarrollo adecuado, por tanto, Juscafresa, (1987), indica que mejora las condiciones de aireación y luminosidad de la planta, por tanto, Galmarine, (1990), dice que los sistemas de poda en el cultivo de pepinillo, si bien desde el punto estadístico no presentan diferencias significativas entre ellos, la tendencia es a un mayor rendimiento de frutos y en calidad.

5.3.6. Diámetro de fruto de fruto

El parámetro del diámetro de frutos de las variedades según sus características, este dato en campo en el momento de la cosecha, según los datos se observa los resultados en el análisis de varianza en el cuadro 23.

Cuadro 23 Análisis de varianza del diámetro de frutos

F.V.	G.L.	S.C.	CM	F	p-valor
Variedad	1	1,33	1,33	8,00	0,0222*
Sustratos	1	3,00	3,00	18,00	0,0028*
Variedad x Sustrato	1	0,33	0,33	2,00	0,1950 NS
Error experimental	8	1,33	0,17		
Total	11	6,00			

FV =fuente de variación; GL= grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM =cuadrado medio; F calculado; ** =altamente significativo; *=significativo; NS = no significativo

El análisis de varianza reflejado en el cuadro anterior, se observa que existe la diferencia entre variedades, es indiscutible que exista esta diferencia ya que cada variedad tiene distinta característica, en cuanto a la forma, al tamaño, al color, por lo tanto la diferencia debe de existir.

El diámetro del fruto depende mucho de la cantidad de nutrientes que sean asimilados por la planta y una distribución de la misma hacia el fruto y también por el riego que se le adicione, en este aspecto Rodríguez, (2001), menciona que el tamaño máximo dentro de cada variedad esta, en función directa del aporte de sustancias nutritivas y agua.

El diámetro del fruto también está influenciado por las condiciones climáticas ya que se tuvo temperaturas de hasta 0.5°C este dato se obtuvo en el mes de mayo, las cuales

detuvieron todo el crecimiento dentro de la planta, evitando de esta manera el crecimiento de fruto.

En relación al coeficiente de variación se tiene de un 6.48%, esto nos lleva a la conclusión de que el comportamiento del diámetro de los frutos es uniforme, esta atribución debido a la característica de la variedad, como ser el color brillante del fruto y al tamaño, son parámetros que nos permiten proceder a la cosecha, y evidentemente a la oscilación de la temperatura.

5.3.6.1 Comparación de medias del diámetro de frutos en variedades

Las comparaciones de medias de las variedades empleadas, tanto Eureka como Calypso se evaluó según el diámetro de frutos, teniendo como resultado que se presenta en el cuadro 24.

Cuadro 24 Comparación de medias del diámetro de frutos

Variedades	Media (cm)	Duncan
Eureka	2,67	A
Calypso	2,33	B

Según la comparación de promedios del diámetro de frutos en variedades, son de 2,67cm en la variedad Eureka según Vigliola, (1992), menciona que la variedad, tiene los frutos de 3 a 4 cm de diámetro.

Con respecto a la variedad Calypso, tiene 2,33 cm de diámetro, según Morales (2003), dice que la variedad Calypso, es una variedad temprana, productiva y de mucho desarrollo. Fruto de color de piel verde oscuro, con espinas blancas y con un diámetro de 3 a 1cm.

Por otra parte la temperatura para la cosecha fue de 25 °C a 30°C, está favoreciendo al cultivo en la producción de frutos, sin embargo la poda también favoreció al diámetro de fruto ya que las plantas que fueron podados dieron frutos de mayor diámetro, ocurre como resultado de la elongación celular y de la acumulación de sintetizados de reserva, principalmente de sacarosa y también depende mucho del clima.

5.3.6.2. Comparación de medias de diámetro de frutos con sustratos

Las comparaciones de medias del diámetro de frutos son evaluadas en relación de sustratos empleadas, de acuerdo a la medición en centímetros el cual se observa en el cuadro 25.

Cuadro 25 Comparación de medias de diámetro de frutos en sustratos

Sustratos	Media (cm)	Duncan
Sustrato 1	2,5	A
Sustrato 2	1,5	B

Con respecto a las medias que se obtuvo se observa que la relación de sustrato 1 (45% cascarilla de arroz, 30% turba y 25% arena) tiene 2,5cm de diámetro por cada planta en comparación con el otro sustrato 2 (30% cascarilla de arroz, 40% turba y 30% arena) solo tuvo 1,5.m de diámetro por planta.

Por otra parte la horas luz o de luminosidad para la fotosíntesis es de 10 horas por lo que es una planta muy exigente en luminosidad, requiere de 10 a 12 horas de luz para evitar el aborto de flores y un desarrollo vegetativo demasiado exuberante, en algunas plantas se presentó este desarrollo vegetativo exuberante en la variedad Calypso en las cuales se observaba las flores pequeñas y deficientes en las cuales hubo deficiencia de cuajado de frutos por lo que varían los diámetros de los frutos en cuanto a la adaptación de los diferentes sustratos.

5.3.7. Peso del fruto

El peso de frutos de la cosecha realizada, es presentado en el cuadro 26 de análisis de varianza.

Cuadro 26 Análisis de varianza del peso del fruto

F.V.	G.L.	S.C.	CM	F	p-valor
Variedad	1	13333,33	13333,33	6,87	0,0306*
Sustratos	1	5633,33	5633,33	2,90	0,1268 NS
Variedad x Sustrato	1	616,33	616,33	0,32	0,5884 NS
Error experimental	8	15518,67	1939,83		
Total	11	35101,67			

FV =fuente de variación; GL= grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM =cuadrado medio; F calculado; ** =altamente significativo; *=significativo; NS = no significativo

En el cuadro 26 se observa que el factor A que es la variedad, se muestra significancia, debido al comportamiento mismo de cada variedad y el desarrollo de la planta, para la producción.

En el aspecto del rendimiento del cultivo, existió unas temperaturas extremas de 1°C a 32°C inadecuadas para la producción de la planta, pero adecuadas para la proliferación de algunas enfermedades como los hongos y las plagas como ser mosca blanca, al respecto Garbi, (1997) dice que cuando la temperatura son elevadas se produce una floración deficiente, caída de flores deformes y disminución del rendimiento.

En cuanto al coeficiente de variación es de 7,45% este resultado nos refleja que los datos en campo se manejaron bien y hubo un comportamiento igualitario en los factores distribuidos en tratamientos en el área experimental.

5.3.7.1 Comparación de medias de peso de fruto en variedades

Las comparaciones de medias según las variedades es evidente la diferencia en el peso reflejado en gramos en el cuadro 27.

Cuadro 27 Comparación de medias de peso en variedades

variedades	Media (g.)	Duncan
Eureka	217,50	A
Calypso	150,83	B

Según el cuadro 27 presentado expresa las diferencias promedias en variedades con respecto al rendimiento obteniendo 217,50 g. de la variedad Eureka y 150,83 g. de la Calypso estos datos refleja los rendimientos obtenidos por cada variedad.

Por otro lado permite saber que una de las variedades se aclimató muy bien al comportamiento ambiental que se tuvo durante el experimento, según Manríquez, (1991), dice que la adaptación de una variedad corresponde al rendimiento en un ambiente según el efecto de la interacción genética ambiental de la variedad.

5.3.8. Rendimiento

El rendimiento según las variedades y sustratos son reflejadas en el cuadro 28 el cual nos permite saber en peso sobre el área del cultivo de pepinillos.

Cuadro 28 Análisis de varianza para el rendimiento en (Kg/Ha) en el cultivo de pepinillo

F.V.	G.L.	S.C.	CM	F	p-valor
Variedad	1	13333,33	13333,33	6,87	0,0306*
Sustratos	1	2241,33	2241,33	0,66	0,4388NS
Variedad x Sustrato	1	1240,33	1240,33	0,37	0,5884NS
Error experimental	8	27006,67	3375,83		
Total	11	40696,67			

El coeficiente de variación del análisis de varianza del cuadro 28, fue de 15,08%, indica que se encuentra en un valor aceptable para investigaciones en ambientes protegidos, al ser menor al 30%, lo que muestra que existió un buen manejo experimental y confirma que los datos obtenidos son confiables.

Asimismo, el cuadro siguiente indica que existe significancia entre las variedades (Calypso y Eureka) en lo que nos indica que si existe diferencias significativas entre el rendimiento de las variedades.

En cuanto a la relación de sustratos y en la interacción de variedades con sustrato se obtuvo que no existen diferencias significativas entre los sustratos (sustrato 1 45% cascarilla de arroz, 30% turba y 25%arena) y sustrato 2 (30% cascarilla de arroz, 40% turba y 30%arena) lo que nos indica que no hay diferencias entre las variedades con el comportamiento en ambos sustratos, por lo que estos factores son independientes para la variable para el rendimiento de pepinillo.

5.3.8.1. Comparación de medias del rendimiento en variedades

Las comparaciones de medias según las variedades es evidente la diferencia en el rendimiento reflejada en gramos en el cuadro 29.

Cuadro 29 Comparación del rendimiento en variedades

variedades	Media (g.)	Duncan
Eureka	566,43	A
Calypso	489,15	B

La prueba de comparación del rendimiento en (g.) observado en el cuadro 29 señala que existen diferencias dentro del comportamiento de las variedades frente a los sustratos utilizados en el estudio, se tiene también que el rendimiento obteniendo fue de 566,43g de la variedad Eureka y 489,15 g. de la Calypso estos datos reflejados y obtenidos por cada variedad.

Por otra parte Sánchez (2013), indica que los resultados de los rendimientos de la cosecha se deban a la absorción de nutrientes de aquellas plantas que llegan a asimilar mediante la raíz ya que cumplen importantes funciones bioquímicas y bilógicas, como la formación de clorofila, molécula que es determinante del proceso fotosintético derivando en una mayor producción de frutos de calidad con alto contenido proteico.

5.4. Análisis económico

5.4.1. Análisis económico entre variedades

El análisis económico, según las variedades empleadas, es reflejada en el cuadro 30, el cual nos permite saber el beneficio / costo, del cultivo de pepinillos en función al costo total de producción y al rendimiento.

Cuadro 30. Análisis económico entre variedades

Costo pepinillo	Costo Total Producción	Variedad Calypso	Variedad Eureka
Área m ²	11,46	5,73	5,73
Rendimiento (Kg)	9,1	4,5	4,6
Costo Total	155,43	77,71	77,74
Área (m ²)	10000	10000	10000
Rendimiento (kg/ha)	7940,66	7853,40	8027,92
Costo total (Bs/Ha)	135628,27	135619,55	135671,90
BB(Bs/Ha)	1191009,9	117801	120418,8
BN(Ba/Ha)	1055381,63	-134441,4	-15253,1
B/C	1,12	0,87	0,89

Como se muestra en el cuadro 30, el beneficio / costo, en relación a las variedades que se observa que no existe ganancias, en ninguna variedad ya sea al que se le aplico la una nueva solución nutritiva aplicada en el riego en la etapa de la fructificación y nutrición de los frutos, debido a que posiblemente se está englobando a las dos variedades empleadas (Eureka y Calypso).

Este comportamiento de las variedades es por la disminución de temperatura y el aumento de humedad, la densidad de siembra, las plagas y enfermedades que provoco los excesivos extremos de humedad y temperatura.

Con relación al debilitamiento de la planta en el rendimiento, ya que se tuvo un rendimiento menor al de Marulanda (2003), menciona de 20,000 kg/ha, pero en el experimento que se detalla se tuvo de 7853,40 kg/ha en la variedad Calypso mientras que la variedad Eureka con 8027,92 kg/ha esta diferencia, es por la cantidad de frutos es decir menor ejes, mejor será la calidad del fruto y mejor el control de plagas y enfermedades, mayor ejes mayor será el número de frutos y mayor será el aumento de plagas y enfermedades, al respecto dice Maroto, (1995), dice que los rendimientos elevados con una densidad de 6 brazos/m², en excelentes condiciones climáticas.

5.4.2. Análisis económico entre sustratos

El análisis económico, según la relación de sustratos, es reflejada en el cuadro 31, el cual nos permite saber el beneficio / costo, del cultivo del pepinillo en función al costo total de producción y al rendimiento.

Cuadro 31. Análisis económico entre sustratos

Costo/pepinillo	CT/prod.	Sustrato 1	Sustrato 2
Área m ²	11,46	5,73	5,73
Rendimiento (Kg)	9,1	3,4	5,7
Costo Total	155,43	75,4	80,05
Área (m ²)	10000	10000	10000
Rendimiento (kg/ha)	7940,66	5933,68	9947,64
Costo total (Bs/Ha)	135628,27	131588,13	139703,31
BB(Bs/Ha)	1191009,9	89005,2	149214,6
BN(Ba/Ha)	1055381,63	-42582,93	9511,29
B/C	1,12	0,68	1,06

Con respecto al cuadro 31, presentado en el análisis económico de variedades, el cual refleja una leve ganancia de un 6% de lo invertido, es decir que por cada 1Bs, invertido se está ganando 0.06 Bs, esta ganancia es por el empleo de la relación del sustrato 2(30%cascarilla de arroz 40% Turbay 30% arena), de forma contraria la

relación del sustrato 1(45%cascarilla de arroz, 30% turba y 25% arena), no existen ganancias por el contrario existe perdidas ya que no se recupera una mitad de lo invertido.

Comparando la producción total, con la producción individual de los sustratos, es evidente de que existe mayor ganancia con la segunda relación de sustrato 2 (30%cascarilla de arroz 40% Turba y 30% arena) por lo tanto se puede mencionar, de que este sustrato fue la que mejor se comportó, con respecto a la producción de frutos ya que de este sustrato fue la que se tuvo ganancias mínimas de lo invertido.

En relación al rendimiento del pepinillo Centa, (2003), menciona un rendimiento de 18,000 kg/ha, pero en el experimento en relación a variedades del sustrato 1 se tiene 5933,68 kg/ha, y en el sustrato 2 un rendimiento de 9947,64 kg/ha, aunque esta variedad tuvo un buen comportamiento, no se le dio un buen ambiente para el desarrollo.

5.4.3. Análisis económico entre tratamientos

El análisis económico, según los tratamientos distribuidos al azar, es reflejada en el cuadro 32, el cual nos permite saber el beneficio / costo, del cultivo de pepinillo en función al costo total de producción y los rendimiento según los factores, distribuidos entre tratamientos.

Cuadro 32 Análisis económico entre tratamientos

Costo/ Producción	Variedad Calypso		Variedad Eureka	
	S1 (T1)	S2 (T2)	S1 (T3)	S2 (T4)
Área m ²	2,86	2,86	2,86	2,86
Rendimiento (Kg)	1,8	2,7	1,6	3
Costo Total	37,69	40,02	37,71	40,03
Área (m ²)	10000	10000	10000	10000
Rendimiento (kg/ha)	6293,7	9440,56	5594,41	10489,5
Costo total (Bs/Ha)	131783,21	139930,06	131853,14	139965,03
BB(Bs/Ha)	94405,5	141608,4	83916,15	157342,5
BN(Ba/Ha)	-37377,71	1678,34	-47936,99	17377,47
B/C	0,71	1,01	0,63	1,12

Con respecto al beneficio / costo, por tratamiento, se demuestra la mala aclimatación de la planta ya que obtuvo rendimientos bajos de 1,6 kg en una área de 11,46 m², permitiendo perdidas con la variedad Calypso y obteniendo ganancias con la variedad Eureka , consiguiendo rendimientos de 3 Kg en una área de 11,46 m².

Con relación a la diferencia de ganancias de la misma variedad es debido a las condiciones climáticas ya que esta influyo en el rendimiento, y se resume en mayor ejes mayor producción y mayor pudrición, menor ejes menor producción y menor pudrición, pero también se debe mencionar de que en los tratamientos de las dos variedades en la relación del sustrato 1 (45%cascarilla de arroz, 30% turba y 25% arena) que se tubo menor rendimiento debido a que hubo frutos de buena calidad pero también se tiene menor pudrición, mayor movimiento de masas de aire y una adecuada humedad.

En relación al rendimiento Guzmán, (2000), indica un rendimiento de 21000 kg/ha, comparando con los rendimientos obtenidos en la variedad Calypso son; en sustrato 1 (T1) 6293,71kg/ha, sustrato 2 (T2) 9440,56 kg/ha, y los rendimientos de la variedad Eureka son; en sustrato 1 (T3) 5594,41 kg/ha, sustrato 2 (T4) 10489,51 kg/ha, estas comparaciones de rendimiento reflejas que la que tuvo mayor rendimiento es la variedad eureka con la relación de los sustrato 2 (30%cascarilla de arroz, 40%turba y 30% arena), esta variedad es la que mejor se habituó a los cambios de temperatura y el mejor sustrato que se habituó a las variedades.

6. CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación y de acuerdo a los resultados obtenidos se llega a concluir que el uso de los diferentes niveles de sustratos en las variedades del cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) bajo el sistema hidropónico en ambiente controlado que muestra un efecto positivo en su comportamiento productivo.

- El comportamiento del cultivo de pepinillo en general fue irregular por los factores ambientales que se tuvo dentro de la carpa solar, desfavoreciendo a la cosecha, obteniendo rendimientos bajos de producción de frutos
- En cuanto al rendimiento, la variedad que se habituó mejor fue Eureka, ya que esta obtuvo un rendimiento de 10489,51 kg/ha, en comparación de la variedad Calypso que obtuvo un rendimiento de 9440,56 kg/ha.
- La relación de sustratos en el cultivo de pepinillo, influye solo en el tamaño y calidad del fruto como se esperaba, pero sin embargo se tuvo mayor rendimiento en el tratamiento 4 con 10489,51 kg/ha, seguido del tratamiento 2 con un 9440,56 kg/ha, con relación al sustrato 2 mientras con el sustrato 1 es decir en aquellas plantas que se desarrollaron con el mismo, se obtiene como resultado un rendimiento en el tratamiento 1 con 6293,71kg/ha y el tratamiento 3 con 5594,41 kg/ha esta diferencia debido a que la temperatura ambiental diferente, que desfavorecieron a la floración y la fructificación.
- La variedad que sobre salió fue Eureka que se desarrolló mejor en el sustrato 2 (30% cascarilla de arroz, 40% turba y 30 % arena de rio) y no así con el sustrato 1 (45% cascarilla de arroz, 30% turba y 25% arena); pero a pesar de ello la variedad Calypso se desarrolló mejor con este sustrato ya que en las variables de altura, largo y diámetro de fruto obtuvieron los mejores resultados.

- Con los resultados obtenidos la variedad Eureka tuvo un comportamiento al medio en el que se desarrolló pese a las limitaciones del medio ambiente en comparación la variedad Calypso no tuvo la misma adaptabilidad.
- La relación beneficio/costo en variedades en el cultivo de pepinillo, se pudo obtener los siguientes resultados: la variedad Eureka con 1.12 Bs en comparación con la variedad Calypso con 1,01 Bs en relación con el sustrato 2, lo que indica que la primera variedad es rentable a excepción de la variedad Calypso. Los resultados de Beneficio Costo en relación a los sustratos, se demuestra que el sustrato 1 con la variedad Calypso se obtuvo pérdidas de 0,71 y al igual que con la variedad Eureka con un 0,63 Bs lo que indica que en los dos casos los resultados no son rentables en comparación al sustrato 2.

7 .RECOMENDACIONES

Considerando los resultados obtenidos en la presente investigación, se estableció las siguientes recomendaciones.

- Se recomienda en la densidad de planta de 30 - 40 cm y dejando un pasillo de 70cm esto para favorecer el desarrollo foliar, mejora el flujo de aire y el ingreso de la luz a las plantas y de esta forma también evitamos enfermedades.
- Se recomienda realizar estudios agronómicos en otros tipos de sustratos, y con otras variedades para ver las ventajas que podría presentar.
- Realizar más investigaciones aplicando otras dosis de solución nutritivas en las diferentes etapas del ciclo productivo del pepinillo.
- Para un completo estudio económico se sugiere analizar el ciclo completo de producción de estas variedades de pepinillo para así conocer la producción tiene cada variedad.
- La cascarilla de arroz es un buen material para elaborar sustratos alternativos a los tradicionales. En futuras investigaciones sería conveniente evaluar los cambios en los parámetros físicos, químicos y físico-químicos a través del tiempo en función del rendimiento y calidad del fruto, ya normalmente la arena se puede utilizar en dos ciclos y experiencias en cascarilla de arroz que pueden indicar que puede ser utilizada hasta en tres o cuatro ciclos.
- La cascarilla de arroz se puede utilizar sola, pero para bajar el costo en el futuro se recomienda hacer mezclas con sustratos como fibra de coco, compostas y residuos agrícolas.

- La densidad de planta de 20cm de planta a planta y de pasillo de 30cm, no es recomendable ya que se tiene que aumentar la distancia de planta a planta de 50 cm a 70 cm para un buen desarrollo de la planta y que las hojas puedan extenderse horizontalmente, permitiendo de esta manera que las gotas de agua que caen a la planta no ingresen en el tallo evitando de esta manera el flujo de aire, y el ingreso de la luz a las plantas.
- La importancia económica en producir pepinillo en esta época, radica en el precio del mercado es más alto para este efecto se tendría que profundizar en el entendimiento de los aspectos fisiológicos y medio ambiente que limita el rendimiento y mejorar la cantidad de producción.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ABAD, B, M, P, Noguera M. y C. Camón B, 2004. Los sustratos en los cultivos sin suelo. In: Tratado de cultivo sin suelo. Urrestarazu G. M. 3ª edición. Mundi Prensa. Madrid, España 113-158 p.
- ABAD, M. y P. Noguera 2007. Sustratos para el cultivo sin suelo. In: Manual de cultivo sin suelo. M Urestarazu (ed). 2ª ed. Mundi – Prensa. Madrid, España, pp: 137-185.
- ABAD, M., 2005. Sustratos para el cultivo sin suelo, In: El cultivo de tomate. F. Nuez (coord). Ediciones Mundi- Prensa. Madrid. Pp: 131-166.
- ABAD, M.2003. Sustratos para el cultivo sin suelo: inventario y características, In: curso superior de especialización sobre cultivos sin suelo. F. Canovas y J.R. Diaz (eds). I.E.A./F.I.A.P.A. Almería, España. pp: 63-80.
- ADAMS L., 2004 Aspectos de la nutrición mineral en cultivos sin suelo en relación al suelo. In: Tratado de Cultivo sin Suelo. G. M. Urrestarazu (ed). Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp:81- 111.
- ALDABE, L. 2000. Producción de hortalizas en Uruguay. Montevideo, UR. Épsilon. pp. 220-227.
- AMHPAC, Asociación Mexicana de Horticultura Protegida A. C. (2013) Mexico boasts nearly 21 thousand hectares under protected agriculture. <http://www.houseofproduce.com/news/production/?storyid=141> (Octubre 2013).
- ANSORENA, J. 1994. Sustratos, propiedades y caracterización. Mundi Prensa. Madrid, España, 172p.any foliar nutrition programme to be sucessful 26-43 p.Autosuficiente. Planeación y construcción de la granja. Editorial Lexus Bogotá – Colombia. 233 – 235 p.
- BURÉS, S, 1998. Introducción a los sustratos. Aspectos generales, In: Tecnología de sustratos. Aplicación a la producción viverística ornamental, hortícola y forestal. J. Narciso Pastor s. (ed). Universitat de Lleida. pp: 19-31.
- CADAHIA, C. 2000.; Cultivos hortícolas y ornamentales. Segunda Edición. Editorial Mundi Prensa. Madrid – España. 367 - 369 p.
- CADAHÍA, C. 2005. Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. 3rta ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. 681pp.
- CALATAYUD, R., 2001. Apuntes de fruticultura, costos de producción 59-63 pp. Disponible biblioteca de la facultad de agronomía.
- CALZADA, J 1978. Métodos Estadísticos para la investigación, 3ra edición, editorial

jurídica, Lima-Perú, 190 p.

CAPONE, DG. POPA, R, FLOOD, BYAND NELSON, KH., 2006 Geochemistry follow the nitrogen science 312(5774), 708- 709.

CARRASCO, G. 1996. La Empresa Hidropónica a mediana escala, La Técnica de la solución nutritiva recirculante (“NFT”). Editorial Universidad de Talca Talca. Chile. 318 p.

CARVAJAL, P. MEDLICOTT, A; 2001 Guíasobre la producción y manejo post cosecha de pepino para la exportación, La luna, Cortez, Honduras. Pp. 356.

CASTELLANOS J., 2009 “Cultivo sin Suelo de Hortalizas. Aspectos prácticos y experiencias”, Generalitat Valenciana, Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación.

CASTRO, T. R., 2007 rendimiento de tomates híbridos (*Lycopersicon esculentum*) bajo sistema hidropónico en Sustrato en el centro experimental de cota cota Disponible biblioteca de agronomía T- 1135

CENTA, 2003. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, SV. 2003. Guía Técnica Cultivo del Pepino. Edit. Libertad, SV. México, 44 p.

CHAMARRO J. 1995. Anatomía y fisiología de la planta. En Nuez, F. El cultivo del pepino, edit. Mundi-Prensa Barcelona, España, 43-91 pp.

CHAMARRO L. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta. In: El cultivo dl pepino, F. Nuez, Mundi -Prensa España, 43-91 pp.

COOPER A., 2006 The ABC of NFT Nutrit film tevhinque Grower boo Londres, Remo unde pp.17.

CRUZ, B. L. 2007, Calidad de semilla de pepino (*cucumis sativus* L.) por efecto de potenciales osmóticos. Calcio y podas bajo condiciones de invernadero. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, edo. De Mexico 177p.

DE BOOT, The importance of environmental, plant and spray characteristic forAgricultural Resources Situation and Outlook Number AR-33. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, Washington, DC. 21 p.

DICTA (Dirección de ciencia y tecnología agropecuaria, HN) 2004, Guerrero, JA; Fajardo, M. Información de producción sobre frutas y vegetales Tegucigalpa, HN.

DURAN, F. 2009. Producción de pimentón, pepino, tomate y lechuga en hidropónico, Editores Grupo Latino, Bogotá Colombia pp. 9-22.España 189,193, 194 p.

De Boodt W. Vendond Y. (2009) Factors Contributing to the Recent Increase in U.S. Fertilizer Prices, 2002-08. Agricultural Resources Situation and Outlook Number AR-33.

U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, Washington, DC. 21 p.

FEDERACION DE CAFETALEROS DE COLOMBIA (1990) Cultivo sin tierra, Hidroponía popular. Editorial Presencia. Bogotá –Colombia. 235 p.

FERNANDEZ, E. 1995. La solución de nutrientes en hidroponía, curso taller. Lima – Perú. FERRÁN, N. 2001. SPSS para Windows; Análisis estadístico. Editorial McGraw – Hill/Interamericana de España. Madrid – España. 420 P.

GALMARINI, C. 1990. Taller en tecnología de producción de semillas hortícolas para pequeños agrícolas (1990, Buenos Aires). Curso. Buenos Aires, AR. p. 227-243

GILBERT V. A. (2004) Proyectos en cultivo sin suelo ¿Cómo empezar? *In*: Cultivos sin Suelo. V. A. Alarcón (ed.). Compendios de Horticultura 17. Ediciones de Horticultura, S. L. Reus. España. pp:11-21.

GUZMAN A. 2000. Comportamiento agronómico tres variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) con la aplicación de cuatro abonos orgánicos en la zona de Cota Cota – La Paz pp. 24-25.

HARTMAN M. C., y KESTER P. L. 1992. Manual de enseñanza practica de producción de hortalizas Instituto interamericano de cooperación para la agricultura, San José Costa rica, 121 p.

HARTMAN, L. F., 1990. Invernaderos y Ambientes Atemperados, Fundación para Alternativas de Desarrollo (FADES). Editorial FOCET boliviano Ltda. EDOBOL La Paz – Bolivia.

HOLGUIN M. 2002. Estudio de perfectibilidad para la producción de pepino en la Península de Santa Elena Ecuador p. 53-54.

HOWARD, M. 1987. Cultivos Hidropónicos. Ediciones Mundi Prensa. Madrid – España

HOYOS, M., RODRIGUEZ, A., CHANG, M., 2004. Manual de Hidroponía. La Molina, Universidad Nacional Agraria La Molina. Centro de Investigación de Hidroponía y nutrición mineral. Lima - Perú. 25 P.

HUERES, 1991 La Empresa Hidropónica a mediana escala, La Técnica de la solución nutritiva recirculante (“NFT”). Editorial Universidad de Kentucky, EE.UU, 19p.

HUTERWAL, L. 1956Manual Metodológico de Evaluación Económica. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. CIMMYT. México DF. 77 p.

IBAR L., 1990. Cultivo de Tomate, Pimentón, Pepino y Berenjenas, Editorial AEDOS, España, pp. 198-206.

IZQUIERDO, J. 2000. Hidroponía Popular, Oficina Regional de la FAO, Santiago – Chile pp. 50.

JUTRAS M. W., (2003) Nutrient solutions for plants (hydroponic solutions) their preparation and use. Cir, 182 Clemson, SC: South Carolina Agric. Expt Sta.

KOHL, 1990 Manual Agropecuario; Tecnologías orgánicas de la Granja Edit. EROS Colombia 325 p

LA MOLINA. 1995. Curso Taller Internacional de Hidroponía – Lima Perú pp.115-123.

LARA H., A. 1998. Soluciones nutritivas para cuatro etapas fenológicas de jilote. Tesis de Doctorado en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Montecillo Mexico, 156 p.

LEMAIRE, F., 2005 Cultivos en macetas y contenedores. Principios agronómicos y aplicaciones. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 210pp.

LÓPEZ,-Cuadrado. M. C; Masaguer, A. 2006 “Sustratos para viveros: Conocer sus propiedades ayuda a su correcta utilización”. Horticultura vol. extra, pp.44-550.

MANRIQUEZ, 1991 Tomates Hidropónicos: Guía completa para el éxito. Fisiología completa del tomate. Volumen 14. Lima - Perú. 20 P.

MAROTO, V. 2000. Horticultura Herbácea, cuarta edición, ediciones Mundi-Prensa, Madrid – España, pp. 218-220.

MARULANDA, C. 2003. Hidroponía familiar en Colombia desde el eje cafetalero, Tercera edición, Armen – Colombia. pp. 85-89

MASAGUER Y CRUZ, 2007. Avances en sustratos para cultivos hortícolas: caracterización y manejo 4ª Curso Internacional de Actualización en Horticultura Protegida, Universidad Politécnica de Madrid (España). 44p.

MICHELENA, M. 2004 Producción comercial de pepino, edición técnica agrícola, guía técnica No. 4, San Salvador.

MONTES, A. 1990. Cultivo de hortalizas; guía práctica, ed. Trillas. México D.F. 59,60 p. Ontario ministry of agriculture, food and rural affairs. Corporate Finance

OJO DE AGUA, 2007. Estrés salino y comparación de dos sistemas de producción sobre el rendimiento del pepino (*Cucumis sativus* L.), cultivada en invernadero. Colegio de postgraduados, Montecillos, Estado de Mexico. 105 p.

ORTIZ M. S., SUAREZ L. I., MANRIQUEZ P. A., 2009 Evaluación de los residuos picados de Eastern Red Cedar (*Juniperus virginiana* L.) como alternativa de sustrato a

la perlita para el cultivo de pepino en hidroponía, en la universidad de Kentucky, EE.UU, 19p, no publicado

PASTOR S J N (2000) Utilización de sustratos en viveros. Terra 17(3):213-235. Características deseables de plantas de pepino crecidas en invernadero e hidroponía en altas densidades de población. *Revista Fitotecnia Mexicana* 32:289-294.

PAYE, V.2005. I Curso práctico de hidroponía Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía La Paz Bolivia pp. 27-29.

PENNINGSFELD, F. 1983. Cultivos hidropónicos y en turba. Ediciones mundi – prensa. Madrid – España 343 p.

PETOSEED, 1992. Cultivo del pepinillo para pickle, Petoseed C.O. Chile Ltda. “líder mundial en semillas de hortalizas híbridas”.

PIHÁN, S. Y MARIN, C. 2000. Producción de hortalizas de fruto bajo plástico Temuco, Chile pp. 11 -12, 36-40.

PLATA. P. L., 2013 Efecto del mulch y la fertilización foliar en la Productividad de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) bajo carpa solar, en el centro experimental de Cota-Cota Disponible biblioteca de la facultad de agronomía T- 1874.

PONCEPALAFOX, 2008 Laboratorio de bioingeniería acuática. Centro de investigadores biológicos. Universidad autónoma del estado de Morelos, México.

PORTA J. H., 1994 Reducción del ciclo de crecimiento en pepino europeo mediante trasplante tardío. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29:87-90.

QUIROZ. CH. L., 2013 Comportamiento agronómico de dos variedades de pimentón (*Capsicum annum* L.) Con podas de desarrollo bajo un sistema hidropónico en el centro experimental de cota-cota, Disponible Biblioteca de agronomía T- 1797

RAVIV, M., Y. CHEN, Z. GELER, S. MEDINA, E. PUTIEVSKI AND Y. INBAR. 1984. Slurry produced by methanogenic fermentación of cow manure as a growth mediym for some horticultural crops, *acta Horticulturae* 150; 563-573.

RAYMOND, G. 1989. Producción de semillas de plantas hortícolas. Madrid, ES. Editorial Mandí Prensa. pp. 231-239.

RECHE, M. J. 2011. Cultivo del pepino en invernadero. Edita Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino V.A. Impresiones, S. A. Madrid, España. 19p.

REMADE, F. 1997. Elementos de ecología aplicada. Mundi- Prensa, Madrid

- RESH, H. 1997. Cultivos hidropónicos, Madrid, Mundi-Prensa, pp. 287
- RESH, H. M. 2001 Cultivos hidropónicos. Ediciones Mundi Prensa. Quinta edición Madrid, España. 558p
- RODRÍGUEZ, et. al.2001. Manual Práctico de Hidroponía Universidad Nacional Agraria La Molina Centro de Investigación de hidroponía y Nutrición Mineral Lima-Perú, pp. 4-7; 41-43.
- ROJAS, F. 1996.Catalogo de Botánica Sistemática. Texto guía (UMSA).
- SALUNKHE D. 2004. Tratado de ciencia y tecnología de los hortalizas Editorial ACRIBIA, S. A. Zaragoza España p. 205-209.
- SANCHEZ, R. 2004. Hidroponía paso a paso, cultivo sin tierra Editorial Ripalme Lima Perú, pp. 5 -120.
- SANDOVAL 2013, MIB en cultura hidropónica charla parte de la agricultura sustentable en el desierto "word" shop patrocinado por el proyecto FIA –PYT 2010-0184.
- SAVAGE M. F. (2000) Cultivos sin suelo. *In*: Técnicas de Producción en Cultivos Protegidos. F. F. Camacho (ed). Instituto Cajamar. Madrid, España. pp:409-453.
- SORIA C.J., 2012 Hidroponía acuartística del caribe, 6° curso de hidroponía básica principiantes pdf.
- Sobrino, L (2009), "Manual Practico de Hidroponía, Universidad Nacional Agrícola la Molina, Centro de investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral, Lima Perú, 4-43pp.
- TERÉS, V. 2001. Relaciones aire agua en sustratos de cultivo como base para el control del riego. Metodología de laboratorio y modelización. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Departamento de producción Vegetal, Fitotecnia.
- TISCORNIA, M. 1991, Hortaliza de fruto, Editorial Albatros, Buenos Aires – República de Argentina, pp. 73-83.
- URRESTARAZU, M. Tratado de cultivo sin suelo. 3ª ed. Madrid: Ediciones Mundi Prensa. 2004, 914 p.
- VALDEZ M. R., 1993 El cultivo de pepino bajo invernadero *In*: tecnnicas de producción de cultivos protegidos F F Camacho (ed). Caja Rural Intermediterranea, Cajamar Almeria, España. Pp: 691-722
- VENDONA J. R, GONZALES H.J, CARRILLO S, M LIVERA M. F, SANCHEZ Del C. T.

(2003) Crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a densidades de población en dos sistemas de producción Rev. Fitotec. Mex. 27: 333-338.

VIGLIOLA, M. 1992. Manual de Horticultura. Editorial, Hemisferio Sur. Buenos Aires Argentina. pp. 81-89. VIVES, E. 1984. Cultivo de tomate. Barcelona – España.

Páginas Web:

AGROALIMENTACION 2010. El Cultivo de Tomate. Canadá. Disponible. www.hidroponicos_hortalizas_extratemporales.htm - 39k-

CAMARA AGROPECUARIAAGROINDUSTRIA DE EL SALVADOR
<http://www.camagro.com>

Consejo nacional de producción de Costa Rica <http://www.mercanet.cnp.go.cr>

DURAN J.M., E. Martínez, y L.M. Navas. 2000. Los cultivos sin suelo: de la hidroponía a la aeroponía . En línea: http://www.eumedia.es/articulos/yr/hortofrut/01_cultivos.html. (Revisado el 17 de julio de 2007)

Faxa. 2004 www.nuevaalejandria.com/01/bialik/h/hidroponia.elbuenjardinero.com/vegetales/vegetales/tomates.html.

GARBI, M. 1997. Cultivo protegido (en línea) Universidad Nacional de Lujan, Departamento de Tecnología Producción Vegetal III. Disponible en <http://www.hor.unlu.edu.ar/cultivos%20protegidos.zip>. Gordon, H.; Barden, JA. 1984.

HARRIS, Cultivos hidropónicos de tecnociencia. Quito - Ecuador. Disponible. www.tecnociencia.es/especiales
Horticultura. Trad. AF López. México DF. AGT. pp. 532-533 <http://mihuertoecologico.blogspot.com/2009/03/pepinillo.html>

INFO JARDÍN 2003. El cultivo de pepino. <http://mejorquiamembers.fortunecity.es/jelvarezg/tutorial.html>

INFOAGRO. 2003. Cultivos Hidropónicos. El Tomate. Disponible en www.infoagro.org.

Instituto de ciencia y tecnología agrícola de Guatemala <http://www.icta.gob.gt>.

MEJOR GUÍA, 2007 pepino hidropónico en sustratos, disponible en; <http://www.comarcadelavera.com/Pepinillo/default.htm2006>

Ministerio de agricultura ganadería y alimentación de guatemala, <http://www.maga.go.gt>.

MORALES, 2003. Pimiento Disponible en <http://www.infoagro.com/hortiliza/pimiento.htm> (EL CULTIVO DEL PIMENTON) COPY RIGHT infoagro. Com <<http://www.infoagro.com>

Infoagro. Con<2003.

Plaguicidas una comunidad agrícola calimp dep.
(<http://www.cescoco.gob.hn/informs/manejo%20%20%20%plaguicidas20%20%20%comunidad20%lepariquepdf>.)

RODRIGUEZ R. J., Agua en riesgo de contaminación microbiología en frutas y hortalizas en línea Disponible consejo nacional de producción de Costa Rica
<http://www.mercanet.cnp.go.cr>.

ANEXOS

Anexo 1.

Detalle	Unidad	Cantidad	Precio c/Bs	N° semillas/onza	N° semillas/m ²	Onza /Bs	Onza / m ²
Insumo							
Semilla Calypso	onza	1	15	888	7	0,008	0,12
Semilla Eureka	onza	1	15	932	7	0,008	0,11
Sustratos	unidad	cantidad	C/Bs	N° masetas/kg	Masetas/m²	Kg/m²	Bs/m²
Cascarilla de arroz	saco	3	10	11	6	0,55	5,5
Turba arena	saco	3	25	16	6	0,37	9,3
Arena	saco	2	10	20	6	0,30	3,0
Soluciones							
Nitrato de sodio	Kg	1	20	0,25	6	0,023	0,46
Nitrato de potasio	Kg	1	20	0,63	6	0,095	1,90
Sulfato de magnesio	Kg	1	30	0,60	6	0,099	2,97
Plan prod. 15-15-15	Kg	1	40	0,45	6	0,013	0,52
Plan prod, 10-52-10	Kg	1	40	0,39	6	0,060	0,60
Materiales							
Bolsas	Paquete	1	35	100	6	0,06	2,10
Alambre	Kg	2	10	36	6	0,16	1,6
Pita	M	1	12	50	6	0,012	0,14
Mano de obra							
Preparación del terreno	Jornal	2	80	3000	6	0,02	0,16
Desinfección del sustrato	Jornal	1	80	600	6	0,02	0,80
Preparación del sustrato	Jornal	2	80	3000	6	0,02	0,16
Llenado de bolsas	Jornal	1	80	1500	6	0,004	0,32
Riego	Jornal	1	80	500	6	0,02	0,96
Cosecha	Jornal	1	80	300	6	0,02	1,6
Depreciación total			214	Depreciación (m²)			1,82
Costo parcial total			1547,56	Costo parcial (m²)			135,04
Imprevistos al 10%			154,75	Imprevistos al 10%			13,50
Costo total			1917,31	Costo total (m²)			148,54

Anexo 2. Siembra de las variedades en almaciguera



Variedad Eureka

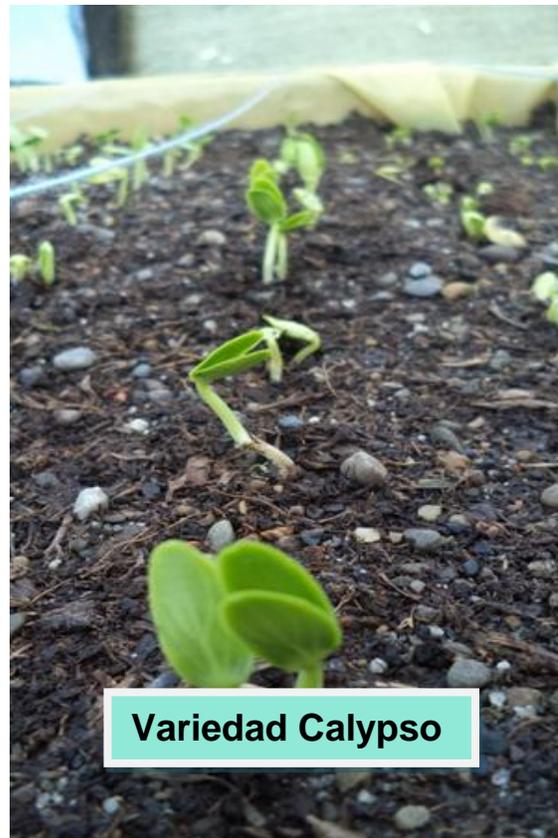


Variedad Calypso

Anexos 3. Germinación de las plántulas.



Variedad Eureka



Variedad Calypso

Anexo 4. Crecimiento de las plántulas en la almaciguera.



Anexos 5. Plántulas listas para el trasplante



Anexo 6. Trasplante de las plántulas hacia las macetas.



Anexos 7. Etapa de floración.



Anexos 8. Etapa de fructificación.



Anexos 9. Cosecha de frutos.



Anexo 10. Pesado de frutos.



Anexo 11. Medición del pepinillo



