

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



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DE DOS VARIEDADES DE PEPINILLO (*Cucumis sativus* L.)
CON TRES NIVELES DE FERTILIZANTE FOLIAR “VIGORTOP” EN
AMBIENTE PROTEGIDO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA**

LUIS FERNANDO UCHAZARA TIÑINI

La Paz – Bolivia

2018

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

**EVALUACIÓN DE DOS VARIEDADES DE PEPINILLO (*Cucumis sativus* L.) CON
TRES NIVELES DE FERTILIZANTE FOLIAR “VIGORTOP” EN AMBIENTE
PROTEGIDO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA**

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

LUIS FERNANDO UCHAZARA TIÑINI

Asesores:

Ing. Freddy Carlos Mena Herrera _____

Ing. Willams Alex Murillo Oporto _____

Comité Revisor:

Ing. M. Sc. Celia Fernández Chávez _____

Ing. M. Sc. Jorge Espinoza Almazán _____

Ing. Juan José Vicente Rojas _____

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador: _____



DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación Con Admiración y respeto a mis queridos y amados padres: Pedro Uchazara mamani y Luisa Tiñini tambo

A mis hermanas María, Ana, que confiaron en mí para ser mejor.

A mis amigas Kathy, Patty, Teresa y Haili por estar conmigo en las buenas y las malas

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis agradecimientos:

A mis padres y a mi familia por el apoyo brindado durante mis estudios y asimismo en el proceso del trabajo de campo del presente estudio.

A la Universidad Mayor de San Andrés, en especial a las autoridades de la Facultad de Agronomía, así como al personal Docente y Administrativo que permitieron mi formación académica.

A la "estación experimental de cota cota", perteneciente a la facultad de Agronomía, por haberme brindado espacio para realizar el trabajo de campo.

A mis Asesores: Ing. Freddy Carlos Mena Herrera e Ing. Willams Alex Murillo Oporto, por su valiosa orientación, como en la revisión y asesoramiento del presente trabajo.

A los Ingenieros Ing. M. Sc. Celia Fernández Chávez, Ing. M. Sc. Jorge Espinoza Almazán e Ing. Juan José Vicente Rojas miembros del Tribunal Revisor, por sus observaciones y sugerencias para terminar el presente trabajo.

Muchas Gracias

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Objetivo General.....	2
1.1.2. Objetivos Específicos.....	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Origen de la especie	3
2.2. Producción Nacional e Internacional.....	3
2.3. Clasificación taxonómica.....	5
2.4. Ciclo vegetativo.....	6
2.5. Descripción botánica.....	6
2.5.1. Raíz	6
2.5.2. Tallo.....	7
2.5.3. Hojas.....	7
2.5.4. Flores.....	7
2.5.5. Fruto	8
2.5.6. Semilla	8
2.6. Híbridos	8
2.7. Características nutricionales	9
2.8. Exigencias agroecológicas del cultivo.....	10
2.8.1. Condiciones edáficas.....	10
2.8.2. Condiciones climáticas	11
2.9. Manejo agronómico del cultivo.....	12
2.9.1. Preparación del suelo	12
2.9.2. Época de siembra	13
2.9.3. Densidad de siembra	13
2.9.4. Labores culturales.....	14
2.9.4.1. Tutorado	14
2.9.4.2. Deshojado.....	14
2.9.4.3. Poda de desarrollo.....	14

2.9.4.4. Aclareo de fruto.....	15
2.9.4.5. Control de malezas	16
2.9.4.6. Riego	16
2.9.4.7. Cosecha de frutos.....	17
2.9.4.8. Rendimiento.....	18
2.10. Plagas y enfermedades	18
2.11. Fertilización foliar	19
2.11.1. Bioinsumos agrícolas.....	21
2.11.2. Fertilizante foliar Vigortop	22
2.12. Importancia del ambiente protegido	24
2.13. Presupuesto parcial	25
3. LOCALIZACIÓN	26
3.1. Ubicación geográfica.....	26
3.2. Características climáticas	27
3.3. Topografía y Vegetación	27
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
4.1. Materiales	27
4.1.1. Material biológico	27
4.1.2. Material de Campo.....	28
4.1.3. Material de escritorio.....	28
4.2. Método	28
4.2.1. Diseño experimental	28
4.2.1.1. Modelo lineal aditivo	29
4.2.1.2. Factores de estudio	29
4.2.1.4. Croquis de la parcela experimental.....	31
4.2.1.5. Características de la parcela experimental	31
4.2.2. Procedimiento de campo	32
4.2.2.1 Establecimiento de la parcela experimental.....	32
4.3. Variables de Respuesta	35
4.3.1. Variables climáticas	35
4.3.1.1. Temperatura al interior de la carpa	35

4.3.1.2. Humedad Relativa	35
4.3.2. Variables fenológicas.....	36
4.3.2.1. Días a la Emergencia.....	36
4.3.2.2. Días a la floración	36
4.3.2.3. Días a la fructificación.....	36
4.3.2.4. Días a la cosecha	36
4.3.3. Variables agronómicas	37
4.3.3.1. Altura de planta.....	37
4.3.3.2. Número de frutos por planta	37
4.3.3.3. Longitud del fruto	37
4.3.3.4. Diámetro del fruto	37
4.3.3.5. Peso del fruto.....	37
4.3.3.6. Rendimiento.....	38
4.3.3.7. Análisis económico	38
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	39
5.1. Características Climáticas.....	39
5.1.1. Temperatura	39
5.1.2. Humedad Relativa	40
5.2. Análisis de variables agronómicas	41
5.2.1. Fenología del cultivo	41
5.2.2. Altura de la planta a la cosecha	42
5.2.3. Número de frutos por planta	46
5.2.4. Longitud del fruto	49
5.2.5. Diámetro del fruto a la cosecha	51
5.2.6. Peso del fruto a la cosecha.....	54
5.2.7. Rendimiento de pepinillo (kg/m ²)	56
5.3. Análisis económico	59
6. CONCLUSIONES	62
7. RECOMENDACIONES	65
8. BIBLIOGRAFÍA	66
Anexos	72

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Producción de pepino en Bolivia	4
Cuadro 2. Principales países productores de pepino	5
Cuadro 3. Etapas fenológicas del pepinillo	6
Cuadro 4. Valor nutricional del pepinillo	10
Cuadro 5. Temperaturas óptimas para el desarrollo del pepinillo	11
Cuadro 6. Categorías de pepinillo para la comercialización.....	18
Cuadro 7. Análisis físico-químico de vigortop.....	23
Cuadro 8. Composición de Vigortop.....	24
Cuadro 9. Formulación y descripción de los tratamientos.....	30
Cuadro 10. Análisis de varianza para altura de la planta a la cosecha	43
Cuadro 11. Prueba Duncan para altura de la planta a la cosecha	44
Cuadro 12. Análisis de Varianza para el número de frutos por planta	46
Cuadro 13. Prueba Duncan para el número de frutos por planta	48
Cuadro 14. Análisis de Varianza para la longitud de los frutos	50
Cuadro 15. Análisis de Varianza para diámetro del fruto a la cosecha	52
Cuadro 16. Prueba Duncan para el diámetro del fruto a la cosecha	53
Cuadro 17. Análisis de varianza para el peso del fruto a la cosecha	54
Cuadro 18. Prueba Duncan para el peso del fruto a la cosecha	55
Cuadro 19. Análisis de varianza para el rendimiento de pepinillo	57
Cuadro 20. Prueba Duncan para el rendimiento de pepinillo	58
Cuadro 21. Resumen de la Evaluación económica a través de los.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del Centro Experimental Cota Cota	26
Figura 2. Croquis experimental de la parcela	31
Figura 3. Registro de temperaturas al interior de la carpa	39
Figura 4. Registro de la humedad relativa durante el desarrollo del cultivo	40
Figura 5. Fenología del cultivo de pepinillo en condiciones de carpa solar	42
Figura 6. Altura promedio de la planta a la cosecha	44
Figura 7. Número promedio de frutos por planta	47
Figura 8. Longitud de los frutos a la cosecha	50
Figura 9. Diámetro promedio del fruto a la cosecha	52
Figura 10. Peso promedio de los frutos a la cosecha	55
Figura 11. Rendimiento por tratamiento en kg/m ²	57

RESUMEN

A nivel mundial, las hortalizas como el pepinillo son una parte importante de la alimentación, ya que brindan una gran cantidad de fibra, vitaminas y minerales necesarias en la dieta para la salud de las personas, por lo que se cultivan en muchos países. En Bolivia, éste tipo de cultivo está condicionado por factores climáticos y edáficos, siendo a menudo las bajas temperaturas, bajas precipitaciones y suelos con baja fertilidad los que ocasionan rendimientos pobres y/o la pérdida total de la producción, ante ésta situación, surge la necesidad de buscar nuevos productos y desarrollar otras técnicas de aplicación de nutrientes a los cultivos, que mejoren la productividad sin dañar el medio ambiente ni afectar la salud humana. Por tal razón, en la presente investigación se evaluaron dos variedades de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) con tres niveles de fertilizante foliar “vigortop” en ambiente protegido en el Centro Experimental Cota Cota. El estudio inició con la siembra de las dos variedades de pepinillo (Eureka y SMR 58), los cuales durante su desarrollo recibieron dosis de 3%, 5% y 7% de fertilizante foliar vigor top. Las variables de respuesta para medir el efecto de las dosis de aplicación en las variedades de pepinillo fueron: altura de la planta, número de frutos por planta, longitud del fruto a la cosecha, diámetro del fruto, peso del fruto y rendimiento. El ensayo fue realizado bajo el arreglo bi-factorial en el diseño de Bloques Completos al Azar, se contaron con 24 tratamientos (2 variedades, 3 dosis, 1 testigo y 3 repeticiones) cuyos datos se analizaron con el paquete estadístico Info Stat, versión 2008. Los resultados mostraron que las temperaturas al interior de la carpa variaron desde los 18 °C hasta los 21 °C, la oscilación promedio de la humedad relativa se mantuvo entre 56 y 70%. El número de días a la emergencia para las dos variedades se constató 10 días después de la siembra. La altura de la planta, número de frutos por planta, diámetro del fruto y peso del fruto fue diferente para cada una de las variedades, siendo

superior SMR 58 (188.67 cm; 12 frutos; 3.09 cm y 30.82 g) respecto de la variedad Eureka (159.82 cm; 7 frutos; 2.56 cm y 27.22 g). En relación a las dosis aplicadas, la que permitió mayor altura de la planta, mayor número de frutos por planta y mayor diámetro del fruto fue la dosis de 5% con 179.34 cm de altura, 10 frutos por planta y 2.52 cm de diámetro. Respecto al rendimiento, SMR 58 alcanzó un promedio de 3.48 kg/m² y la variedad Eureka alcanzó un promedio de 1.79 kg/m², siendo la dosis de 5% de fertilizante foliar la que reportó un rendimiento mayor con 3.03 kg/m², por consiguiente las mejores relaciones Beneficio/Costo fueron presentadas por los tratamientos en los que se utilizó el híbrido SMR 58, destacándose la dosis de 5% de vigortop con Bs 3.27/100.

SUMMARY

Worldwide, vegetables such as the gherkin are an important part of the diet, as they provide a large amount of fiber, vitamins and minerals needed in the diet for the health of people, so they are grown in many countries. In Bolivia, this type of crop is conditioned by climatic and edaphic factors, often low temperatures, low rainfall and soils with low fertility that cause poor yields and/or the total loss of production, given this situation, the need to look for new products and develop other techniques for applying nutrients to crops that improve productivity without harming the environment or affecting human health. For this reason, in the present investigation two varieties of gherkin (*Cucumis sativus* L.) were evaluated with three levels of foliar fertilizer "vigortop" in protected environment in the Cota Cota Experimental Center. The study began with the sowing of the two varieties of gherkin (Eureka and SMR 58), which during their development received doses of 3%, 5% and 7% of foliar fertilizer vigor top. The response variables to measure the effect of the application doses in the gherkin varieties were: height of the plant, number of fruits per plant, length of fruit to harvest, diameter of the fruit, weight of the fruit and yield. The trial was carried out under the bi-factorial arrangement in the design of Complete Blocks at Chance, there were 24 treatments (2 varieties, 3 doses, 1 control and 3 repetitions) whose data were analyzed with the statistical package Info Stat, version 2008. The results showed that the temperatures inside the carp varied from 18 °C to 21 °C, the average oscillation of the relative humidity remained between 56 and 70%. The number of days to emergence for the two varieties was confirmed 10 days after sowing. The height of the plant, number of fruits per plant, diameter of the fruit and weight of the fruit was different for each of the varieties, being higher SMR 58 (188.67 cm, 12 fruits, 3.09 cm and 30.82 g) with respect to the Eureka variety (159.82 cm, 7 fruits, 2.56 cm and 27.22 g). In relation to the applied doses, the one that allowed greater height of

the plant, greater number of fruits per plant and greater diameter of the fruit was the dose of 5% with 179.34 cm of height, 10 fruits per plant and 2.52 cm in diameter. Regarding the yield, SMR 58 reached an average of 3.48 kg / m² and the Eureka variety reached an average of 1.79 kg / m², being the dose of 5% of foliar fertilizer the one that reported a higher yield with 3.03 kg / m², consequently the best benefit / cost relationships were presented by the treatments in which the hybrid SMR 58 was used, standing out the dose of 5% vigortop with Bs 3.27/100.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, las hortalizas son una parte importante de la alimentación, ya que brindan una gran cantidad de fibra, vitaminas y minerales, necesarias en la dieta para la salud de las personas, por lo que se cultivan en muchos países. Además contribuyen a la nutrición humana en proteínas, grasas y carbohidratos.

El pepinillo, goza de muy buena fama entre las hortalizas, la finalidad básica del cultivo es la producción de frutos de piel verde, cuando estos no han alcanzado su tamaño definitivo. Su consumo obedece a su alto poder refrescante; fácil manejo, a su preparación en ensaladas, encurtidos y por el uso en tratamientos de belleza, elaboración de cosméticos y otros.

En Bolivia, el cultivo de hortalizas como el pepinillo está condicionado por factores climáticos y edáficos, siendo a menudo las bajas temperaturas, bajas precipitaciones y suelos con baja fertilidad los que ocasionan rendimientos pobres y/o la pérdida total de la producción. Ante ésta situación, surge la necesidad de buscar nuevos productos y desarrollar otras técnicas de aplicación de nutrientes a los cultivos, que mejoren la productividad sin dañar el medio ambiente ni afectar la salud humana.

Es así, que la utilización de ambientes atemperados (carpa solar), destinados principalmente a la producción de hortalizas, junto con el uso de técnicas difundidas en la nutrición de cultivos como la "fertilización foliar" con bioinsumos agrícolas, toman importancia estratégica, como alternativas para contrarrestar los efectos adversos de clima y suelo, la falta de recursos hídricos para riego, mejorar la producción y la productividad del cultivo, aparte de obtener alimentos libres de contaminación y capaces de competir en un mercado cada vez más exigente en cuanto a calidad y cantidad.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

- Evaluar dos variedades de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) con tres niveles de fertilizante foliar “vigortop” en ambiente protegido en el Centro Experimental de Cota Cota.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico de la variedad Eureka y de la variedad SMR 58.
- Estudiar el efecto de la aplicación de tres diferentes dosis de Vigortop en el rendimiento de dos variedades de pepinillo.
- Determinar la dosis de Vigortop más apropiada para la aplicación foliar en el cultivo de pepinillo.
- Comparar los costos parciales de los tratamientos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origen de la especie

El pepinillo (*Cucumis sativus* L.) es originario de las regiones tropicales del Sur de Asia, siendo cultivado en la India desde hace más de 300 años, de donde se diseminó inicialmente hacia el oeste, al Cercano Oriente. En el este, se diseminó hacia China para el siglo VI D.C, aunque algunos historiadores afirman que esto ocurrió desde el siglo II A.C. (Fornaris, 2001).

Comenzado el cultivo en el sudeste y este del continente asiático (China y Japón), se extendió por numerosos países cálidos, entre ellos Grecia y Roma. En Roma, igual que otras hortalizas, era cultivado en ambientes que proporcionaban condiciones favorables, esto para el consumo de los emperadores romanos (Reche, 2011).

Cristóbal Colón la introdujo al Nuevo Mundo y se sembró en Haití en 1494 aproximadamente, diseminándose posteriormente por todas las Américas (Fornaris, 2001).

2.2. Producción Nacional e Internacional

Bolivia se caracteriza por una producción de amplia aceptación e importancia. El cultivo original del pepino se extendió a lo largo de los Andes, desde el sur de Colombia hasta Bolivia incluyendo la costa del Perú. Durante la época de la Colonia se introdujo en México y América Central, donde se lo conocía como *Solanum guatemalense*, habiendo decrecido su uso posteriormente.

Cuadro 1. Producción de pepino en Bolivia

Departamento	Superficie Total (ha)	Producción (qq)
Cochabamba	23.23	1429.10
Santa Cruz	25.6	109.63
Beni	22.8	122.35
Pando	17.6	152.00
Oruro	0.16	8.20
Potosí	0.03	5.86

Fuente: INE (2014)

El pepino en la región andina fue domesticado desde tiempos prehispánicos (León, 1964). Los nombres en lenguas nativas y en español que ha recibido esta especie son varios, lo que demuestra su amplia difusión. Así, en quechua se le llama cachum, xachum; en aymara kachuma; en español pepino, pepino (Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile), mataserrano (Perú, regiones central y meridional), peramelón (Canarias); en inglés "peruvian pepino", "sweet cucumber" y "pear melon" (Huerres, 1991).

De acuerdo con el Cuadro 2, referente a la producción de pepino en los principales países productores, media trienio 2006/2008, sólo diez de éstos superan o se acercan a las 500.000 toneladas, destacando China con 27.885.000, cerca del 64 % de la producción total mundial de pepino. Le siguen en importancia Irán y Turquía. A nivel mundial, la producción de pepino alcanza los 44 millones de toneladas, los rendimientos medios por hectárea son de 30.000 - 35.000 kg/ha (Huerres, 1991).

Cuadro 2. Principales países productores de pepino

País	Rendimiento (kg/ha)	Superficie (ha)	Producción (Ton)
China	42.655	653.733	27.885.000
Irán	19.364	93.989	1.820.000
Turquía	28.917	59.404	1.717.000
EE.UU.	15.204	61.431	934.000
Ucrania	18.394	51.500	947.300
Japón	50.100	12.698	636.165
Egipto	18.780	38.662	724.917
España	73.830	7.693	567.976
Polonia	23.544	20.380	479.827
México	29.647	20.380	479.827

Fuente: FAOSTAT (en línea)

En cuanto a exportadores y productores de pepinillos, se puede afirmar que en la Comunidad Europea, los Países Bajos ocupan el primer lugar, le siguen España, Bélgica y Grecia; y en América: México es un exportador de gran magnitud seguido por Estados Unidos y Canadá (Rehfishch *et al.*, 2012).

2.3. Clasificación taxonómica

De acuerdo a Rojas (2008), se tiene la siguiente clasificación sistemática:

Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Cucurbitales
Familia:	Cucurbitácea
Género:	Cucumis
Especie:	Sativus L.
Nombre científico:	<i>Cucumis sativus</i>
Nombre común:	Pepinillo

2.4. Ciclo vegetativo

Según Vázquez (1987), el desarrollo vegetativo del pepinillo comienza con la semilla, pasando por la germinación de la semilla, estado vegetativo de la planta, floración, formación de las semillas y llega a los frutos maduros.

CENTA (2003), expone las etapas fenológicas del cultivo de pepinillo en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Etapas fenológicas del pepinillo

Estado Fenológico	Días después de la siembra
Emergencia	2 - 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)

2.5. Descripción botánica

El pepinillo (*Cucumis sativus* L.), es una especie anual de consistencia herbácea, rastrera y con zarcillos, los tallos son ramificados y están provistos de pelos rígidos, la planta tiene una gran envergadura y frondosidad en sus hojas (Tiscornia, 2000).

2.5.1. Raíz

El sistema radicular consiste en una fuerte raíz principal que alcanza de 1 - 1.20 m de largo, ramificándose en todas las direcciones principalmente entre los primeros 25 a 30 cm del suelo (Infoagro, 2010).

2.5.2. Tallo

Sus tallos son rastreros, postrados y con zarcillos, con un eje principal que da origen a varias ramas laterales principalmente en la base, entre los 20 y 30 primeros cm. Son trepadores, llegando a alcanzar de longitud hasta 3.5 m en condiciones normales (Infoagro, 2010).

2.5.3. Hojas

Las hojas son simples, acorazonadas, alternas, pero opuestas a los zarcillos. Posee de 3 a 5 lóbulos angulados y triangulares, de epidermis con cutícula delgada, por lo que no resiste evaporación excesiva (Infoagro, 2010).

2.5.4. Flores

Es una planta monoica, dos sexos en la misma planta, de polinización cruzada. Algunas variedades presentan flores hermafroditas. Las flores se sitúan en las axilas de las hojas en racimos y sus pétalos son de color amarillo. Estos tres tipos de flores ocurren en diferentes proporciones, dependiendo del cultivar (CENTA, 2003).

Al inicio de la floración, normalmente se presentan sólo flores masculinas, en la parte media de la planta están en igual proporción las flores masculinas y femeninas, en la parte superior de la planta existen predominantemente flores femeninas. Los días cortos, temperaturas bajas y suficiente agua, inducen a la formación de mayor número de flores femeninas y los días largos, altas temperaturas, sequía, llevan a la formación de flores masculinas (Infoagro, 2010).

La polinización se efectúa a nivel de campo principalmente a través de insectos (abejas). En los híbridos de tendencia ginoica, al haber cruce por abejas, pero insuficiente polinización, se producen deformaciones de los frutos, volviéndose no comercializables (Infoagro, 2010).

2.5.5. Fruto

Se considera como una baya falsa (pepónide), alargado, mide aproximadamente entre 15 y 35 cm de longitud. Además es un fruto carnoso, más o menos cilíndrico, exteriormente de color verde, amarillo o blanco e interiormente de carne blanca. Contiene numerosas semillas ovaladas de color blanco amarillento. En estadios jóvenes, los frutos presentan en su superficie espinas de color blanco o negro (Infoagro, 2010).

2.5.6. Semilla

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. La germinación de las semillas se produce a las 48 horas sobre cama, y a los 6 ó 7 días en plena tierra (Huerres, 1991).

2.6. Híbridos

Según Petoseed (1992), se tienen híbridos monoicos: plantas con flores masculinas y femeninas; e híbridos ginoicos: plantas con flores 100% femeninas.

- **Eureka.** Este híbrido posee más resistencia a enfermedades que cualquier otro antes comercializado, incluyendo ZYMY, PRSV Y WMV. Eureka es un híbrido monoico (con flores masculinas y femeninas), de planta fuerte y vigorosa que cuaja uniformemente con espinas y relación L/D 2.5. Está desarrollado para la cosecha manual y es un tipo seleccionado para pickle (Gowansemillas.com).

- **SMR 58.** Híbrido monoico, posee hojas de color verde oscuro, generalmente tiene una mayor cantidad de flores masculinas que flores femeninas, el fruto es de color verde oscuro con protuberancias notorias, puede alcanzar en fruto una longitud de 17,8 cm y un diámetro de 4 cm, es especialmente cultivado para conservar en vinagre (Mamani, 2006).

2.7. Características nutricionales

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

En cuanto a su contenido nutricional es una de las hortalizas que contiene las vitaminas A, B, C y minerales, que son indispensables en la alimentación humana (CENTA, 2003).

El pepinillo en cuanto a minerales es rico en calcio, cloro, potasio y hierro; además las semillas son ricas en aceites vegetales (Infoagro, 2009).

Cuadro 4. Valor nutricional del pepinillo

Por 100 gramos de porción comestible	
Agua (g)	95.7
Carbohidratos (g)	3.2
Proteínas (g)	0.6 – 1.4
Grasas (g)	0.1 - 0.6
Ácido ascórbico (mg)	11
Ácido pantoténico (mg)	0.25
Valor energético (Kcal)	10 – 18
Potasio (mg)	160
Fósforo (mg)	18
Calcio (mg)	17
Magnesio (mg)	11
Azufre (mg)	11

Fuente: Infoagro (2009)

2.8. Exigencias agroecológicas del cultivo

2.8.1. Condiciones edáficas

El pepino puede crecer en todo tipo de suelos, desde los de textura arenosa los más apropiados para producciones precoces hasta los suelos algo arcillosos, siempre y cuando no presenten problemas de encharcamientos. En términos generales se adapta mejor a los suelos medios, ricos en materia orgánica, fresco y aireados (Maroto, 1995).

En los terrenos flojos es más precoz, aunque la producción no es elevada; en los suelos fuertemente arcillosos la recolección se retrasa, pero los rendimientos son altas (Serrano, 1979).

Por otro lado, USAID - RED (2007) indica que el pepinillo se puede cultivar en cualquier suelo, pero responde mejor en suelos arcillo arenosos a francos bien drenados. Si el suelo no es el ideal, hay que proveer las condiciones adecuadas para prevenir el exceso de agua (encharcamiento) que en cualquier cultivo es un gran problema. La planta de pepinillo no tolera la salinidad por lo cual el pH debe estar entre 5.5 y 6.8.

2.8.2. Condiciones climáticas

- **Temperatura**

Según Maroto (1995), *Cucumis sativus* necesita para su germinación una temperatura mínima de 15.5 °C, siendo los valores óptimos de 20 a 35 °C. La temperatura de crecimiento puede situarse entre 18 y 28 °C para asegurar un buen desarrollo, es conveniente que durante la noche la temperatura se mantenga alrededor de los 18° C.

Para Valadez (1993), el cultivo de pepino es una hortaliza de clima cálido, cuya temperatura media mensual oscila entre 18 y 30 °C sin tolerancia a heladas.

Cuadro 5. Temperaturas óptimas para el desarrollo del pepinillo

Etapas	Temperatura	
	Día	Noche
Germinación	27°C	27°C
Formación de la planta	21°C	19°C
Desarrollo del fruto	19°C	16°C

Fuente: Agroinformación (2003)

- **Luminosidad**

El pepinillo es una planta exigente en luminosidad sin embargo crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), aunque también soporta elevadas intensidades luminosas y a mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción (Zamudio, 2014).

- **Humedad**

Es una planta con elevados requerimientos de humedad, debido a su gran superficie foliar, siendo la humedad relativa óptima durante el día del 60 - 70% y durante la noche del 70 - 90%. Sin embargo, los excesos de humedad durante el día pueden reducir la producción, al disminuir la transpiración y en consecuencia la fotosíntesis, aunque esta situación no es frecuente. Para humedades superiores al 90% y con atmósfera saturada de vapor de agua, las condensaciones sobre el cultivo o el goteo procedente de la cubierta, pueden originar enfermedades fúngicas (Martínez, 2001).

2.9. Manejo agronómico del cultivo

2.9.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo deberá hacerse con tranquilidad esperando que el suelo se oree. No conviene entrar precipitadamente a laborear y por ende crear una suela de cultivo que nos provoque compactación (Aguado, 2002).

El suelo debe prepararse por lo menos 45 días antes del trasplante. Esto ayuda a evitar atrasos al momento de sembrar y poder hacer control de malezas oportunamente.

La preparación de suelos debe hacerse por lo menos a una profundidad de 30 a 40 cm. Primero arando y luego rastreando hasta dejarlo bien mullido, dependiendo del tipo de suelo y como ha sido laboreado. Si existe pie de arado o capa impermeable se deberá subsolar a una profundidad de 50 a 70 cm. de profundidad. Esto ayudará mucho con el drenaje del terreno así como con la aeración, propiedades físicas del suelo y espacio para el desarrollo pleno de las raíces (USAID-RED, 2007).

2.9.2. Época de siembra

El pepinillo puede cultivarse todo el año, tanto en época seca (si se cuenta con riego), como lluviosa, para mantener la oferta al mercado local; pero con fines de exportación la época va de noviembre a enero. Las siembras de la época lluviosa presentan menos problemas de virosis, pero pueden aumentar las enfermedades causadas por hongos (CENTA, 2003).

2.9.3. Densidad de siembra

En el cultivo de pepinillo los distanciamientos varían de acuerdo al sistema de siembra utilizado; al cultivar, textura del suelo, sistema de riego ambiente, prácticas culturales locales y época.

Sin embargo, los distanciamientos entre hileras pueden variar entre 0.80 m y 1.50 m; entre postura y/o plantas 0.15 m y 0.50 m. la densidad de la población dependerá de los distanciamientos utilizados. Se colocan dos a tres semillas por postura, necesiándose de dos a tres libras de semilla por ha. Según el sistema de siembra a usar. (CENTA, 2003).

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.

2.9.4. Labores culturales

Las labores culturales se realizan de acuerdo a las condiciones agroecológicas, según la incidencia o presencia de malezas, plagas, enfermedades y factores no controlables durante el periodo vegetativo del cultivo (Suquilanda, 1984).

2.9.4.1. Tutorado

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.

Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades, la sujeción suele realizarse con hilo de propileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (sujeto mediante anillas) y de otro alambre situado a determinada altura por encima de la planta. Conforme va creciendo se va liando o engredando al hilo tutor (Góngora, 2008).

2.9.4.2. Deshojado

Se suprimirán las hojas viejas, amarillas o enfermas. Cuando la humedad es demasiado alta será necesario tratar con pasta fungicida tras los cortes. Deben limpiarse las primeras 7 - 8 hojas (60 - 75 cm), de forma que la planta pueda desarrollar un sistema radicular fuerte antes de entrar en producción (Jiménes, 2010).

2.9.4.3. Poda de desarrollo

Con la poda se pretende mantener las plantas con la vegetación suficiente en sus justos límites, a fin de conseguir precocidad y calidad, así como obtener, en muchos

casos, una mayor producción. Es necesario tener en cuenta que dicho control y conformación del desarrollo estará siempre limitado por la fisiología de la planta (Reche, 1996).

Para ello se suprimen órganos improductivos e inútiles, enfermos o que entorpezcan el desarrollo de la planta. También se persigue con la poda conformar la planta limitando el número de ramas y brotaciones para que se facilite las labores culturales y en ocasiones incrementar la aireación y favorezca el crecimiento (Reche, 1996).

Se deben podar todos los tallos laterales de la planta (que se entutora en vertical o ligeramente inclinada) hasta una altura de 60 a 70 centímetros. A partir de esta altura, se eliminarán los tallos, dejando los frutos, hasta una altura de unos 2 metros aproximados, altura de donde cuelgan los hilos que sirven de guía y tutor a la planta. A esa altura, se pueden dejar 3 tallos laterales y el principal, que crecerán colgando del alambre horizontal contiguo, que soporta los hilos de entutorado (Castilla, 1983).

2.9.4.4. Aclareo de fruto

Se deben eliminar los frutos que se encuentran bajos ya que suelen ser de baja calidad, pues tocan el suelo, además de impedir el desarrollo normal de parte aérea y limita la producción de la parte superior de la planta. Los frutos curvados, mal formados, y abortados deben ser eliminados cuanto antes (Jiménes, 2010).

Deben eliminarse los frutos deformes, sin valor comercial y los abortados, por su susceptibilidad al ataque de enfermedades, para prevenir la sanidad del cultivo (Castilla, 1983).

2.9.4.5. Control de malezas

Esta es una labor esencial en el cultivo de pepinillo como en cualquier cultivo, ya que evita la competencia de agua, fertilizante, luz, y espacio de crecimiento. Además es sumamente importante recordar que las malezas son fuentes de enfermedades y plagas. Cuando no se tiene el debido control ya se debe utilizar mayor cantidad de insecticidas y fungicidas, en muchos casos sin obtener el control esperado, y en ocasiones con un efecto negativo de intoxicación del cultivo (Felix, 2014).

El uso de mulch plástico es una buena alternativa y hoy día la mayoría de las compañías así como productores pequeños utilizan para evitar el crecimiento de malezas en la producción de pepinillo (USAID-RED, 2007).

2.9.4.6. Riego

Los primeros estadios de vegetación, es conveniente que haya poca humedad en el suelo, con el fin de que el sistema radicular del pepino se fortalezca. Unos días antes de la siembra se dará un riego para suministrar humedad al suelo, después de este primer riego de siembra o plantación no se vuelve a regar hasta que haya pasado un espacio de tiempo comprendido entre veinte y treinta días (Serrano, 1979).

Es importante revisar la humedad del suelo utilizando las manos para determinar la humedad óptima y no errar con la cantidad de riego. Un buen manejo del riego hace que la planta desarrolle un buen sistema radicular con una buena distribución de raíces. Esto ayuda a que la planta se alimente correctamente ya que en el agua se encuentra el 96% de los nutrientes que una planta necesita para vivir y casi todo esto entra por las raíces (USAID-RED, 2007).

El pepinillo es muy sensible a la falta de agua. En épocas de bajas temperaturas los sistemas de riego localizado (goteo) son mucho más efectivos, por el mejor aprovechamiento de abonos, mejor dosificación y aprovechamiento del agua (Jiménez, 2010).

2.9.4.7. Cosecha de frutos

El fruto debe recolectarse en su madurez comercial, sin demoras. Preferiblemente, debe hacerse en horas de poco calor y, una vez cosechado, protegerlo del sol; la deshidratación del pepinillo (que tiene el orden del 95 por 100 de agua en peso) debe evitarse en lo posible. Almacenarse en lugar fresco y al abrigo de corrientes de aire. El pre enfriamiento a la llegada del campo al almacén es aconsejable en épocas de calor, especialmente si el fruto ha de soportar largos viajes hasta su llegada al consumidor. Una temperatura de 13 °C con humedad del 80-85 por ciento (Castilla, 1983).

La cosecha de los frutos de pepinillo se inicia aproximadamente a los 45 días después de la siembra y al momento del corte deben de estar medianamente desarrollados, sanos, frescos, tiernos, limpios, de consistencia firme y cáscara lisa, con forma y olor característico, sin humedad exterior y libres de descomposición (García, 2000).

Los pepinillos deberán ser no más largos de 8 cm, de un color medianamente verde con un fondo claro uniforme. Al corte transversal deberá tener forma triangular y una ligera aparición de las semillas. Su piel no debe mostrar daño mecánico, enfermedades, insectos o cortaduras (Guía Técnica, s.f.).

El pepinillo para conserva según Yaguache (2014), se clasifica en tres categorías por sus diámetros y longitudes (Cuadro 6):

Cuadro 6. Categorías de pepinillo para la comercialización

Categoría	Diámetro (mm)	Longitud (mm)
I	≤ 17	40 a 60
II	18 a 23	61 a 80
III	24 a 35	81 a ND*

Fuente: (Yaguache, 2014)

(ND*): Longitud de pepinillo de tercera no determinado pero que no sobrepase los 35 mm de diámetro.

2.9.4.8. Rendimiento

Con las recomendaciones anteriores se puede esperar producciones de 25 a 40 Tn/ha dependiendo del manejo proporcionado al cultivo a la fecha de siembra (Yaguache, 2014).

2.10. Plagas y enfermedades

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

- **La mosca blanca:** es un insecto muy pequeñito 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.

b. Enfermedades. El mismo autor, 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.
- **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.

2.11. Fertilización foliar

La fertilización foliar, también llamada apigea, no radical, extra radical, es un método por el cual se aportan nutrientes a las plantas a través de las hojas, básicamente en disoluciones acuosas, con el fin de complementar la fertilización realizada al suelo, o bien, para corregir deficiencias específicas en el mismo periodo de desarrollo del cultivo (Ortuño *et al.*, 2010).

Se define como la aplicación de fertilizantes líquidos o polvos solubles en agua, a las partes aéreas de las plantas. Las hojas tienen la capacidad de asimilar sustancias nutritivas, y lo hacen en tres pasos: penetración, absorción y translocación. La fertilización foliar es efectiva cuando existen deficiencias de algunos elementos (CEDECO, 2002).

En las plantas, todos los nutrientes pueden ser absorbidos vía foliar con mayor o menor velocidad y en diferentes oportunidades. Esto es de tal modo así, que teóricamente la nutrición completa de la planta podría ser satisfecha por vía foliar (Ortuño *et al.*, 2010).

Van Haeff (1997), indica que las hortalizas necesitan gran cantidad de nutrientes debido a su rápido desarrollo y a su corto periodo vegetativo. Por esto, para la explotación intensiva, en horticultura se requiere aplicaciones abundantes y frecuentes.

a. Ventajas de la fertilización foliar

Según CEDECO (2005), las ventajas de la fertilización foliar son las siguientes:

- Es un buen recurso en situaciones de emergencia.
- Se aplican cantidades menores de fertilizante al follaje que al suelo, para alcanzar un nivel deseable de nutrientes.
- Es de gran importancia en cultivos sometidos a estrés por la acción adversa del medio en que se desarrollan, o por efectos fitosanitarios negativos como: salinidad, altos contenidos de arcilla, y altos contenidos de materia orgánica.
- Los síntomas visuales de respuesta a un elemento son más rápidos en el caso de la fertilización foliar. Es probable, por lo tanto, que en caso de aplicaciones tardías de fertilizantes sea mejor recurrir a las aplicaciones foliares que a las edáficas.
- Ayuda a las plantas a recuperarse de los efectos fitotóxicos producidos por herbicidas, inundaciones, podas y después de altas producciones.
- Por su alta solubilidad, la aplicación al follaje de fertilizantes foliares es ideal en áreas de semilleros y trasplantes. A la planta hay que alimentarla bien

desde que nace. Requerirá los abonos aplicados al suelo a partir del momento en que necesita absorber nutrientes, hasta cuando tiene suficiente masa en su parte aérea para que se pueda aplicar la fertilización foliar.

b. Limitaciones de la fertilización foliar

Alcantar y Trejo (2007), indican que las principales limitaciones de la fertilización foliar son:

- Riesgo de Fitotoxicidad, las especies vegetales son sensibles a las aplicaciones foliares de formulaciones concentradas. Para cada nutrimento existen valores límites de concentración.
- Dosis Limitadas de Macronutrientes, el riesgo de fitotoxicidad sumado al hecho que los macronutrientes se requieren en cantidades mayores, limita la nutrición foliar.
- Requieren buen Desarrollo del Follaje, si se tiene un desarrollo limitado, la aplicación no será eficiente, los mejores resultados se obtienen mientras mayor sea el área foliar.
- Los trabajos de fertilización deben ser avalados o soportados por un análisis económico para conocer su rentabilidad, que sin duda dependerá del cultivo que se está fertilizando.

2.11.1. Bioinsumos agrícolas

Los bioinsumos son productos que se obtienen a partir de diversos productos naturales, entre ellos microorganismos, extractos naturales y otros, que en su conjunción se constituyen en biocontroladores (biofungicidas, bioinsecticidas) biofertilizantes, promotores de crecimiento y vigorizantes (Ortuño *et al.*, 2010).

Los bioinsumos son producto del aislamiento y caracterización de cepas nativas de microorganismos benéficos que han demostrado su eficiencia, y que han sido producidos masivamente en base a formulaciones con materiales existentes en el país, por lo que se encuentran disponibles para los productores (Ortuño et al., 2010).

Los bioinsumos, promueven el equilibrio nutricional del suelo, aumenta su fertilidad natural, estimulando a los microorganismos benéficos de éste. Al ser rico en minerales, aminoácidos, vitaminas y hormonas, el biofertilizante líquido también mejora el balance nutricional en la planta, haciéndola más resistente al ataque de plagas y enfermedades. Aparte aumenta la producción, mejora la calidad de los productos, garantizando al agricultor mayor aceptación de sus productos y precio en el mercado (PROINPA, 2007).

2.11.2. Fertilizante foliar Vigortop

Vigortop es un biofertilizante bioestimulante promotor de crecimiento foliar líquido, que se puede utilizar en una gran diversidad de plantas (cultivos anuales, hortalizas, frutales, plantas ornamentales y otros), promueve el incremento del follaje, disminuye la caída de las flores y estimula el cuajado de frutos, incrementando los rendimientos. Asimismo, estimula el crecimiento de plantas afectadas por sequía o heladas (Ortuño *et al.*, 2010).

Según los resultados obtenidos a través del análisis físico químico del biofertilizante realizado por IBTEN (2015), los componentes de vigortop son (Cuadro 7):

Cuadro 7. Análisis físico-químico de vigortop

Parámetros	Valores
Nitrógeno (%)	0.010
Fósforo (%)	0.001
Potasio (%)	0.025
Carbono orgánico (%)	0.775
Calcio (%)	0.005
Magnesio (%)	0.002
Hierro (ppm)	22.33
Cobre (ppm)	0.35
Manganeso (ppm)	0.32
Zinc (ppm)	2.32
Sodio (%)	0.16
pH	5.29
Conductividad eléctrica (mS/cm)	6.11

Fuente: Elaboración propia en base a IBTEN (2015)

Por su parte, PROINPA (2012) indica que vigortop es un abono líquido que está compuesto por ácidos orgánicos (húmicos y fúlvicos) extraídos del humus de lombriz e ingredientes complementarios, ricos en fitohormonas obtenidas del Marat (*Moringa oleífera*) complementada con brasinoloides.

Cuadro 8. Composición de Vigortop

Composición	Porcentaje
Ácidos húmicos y fúlvicos	95%
Brasinoloide (<i>Extracto de Brassicas</i>)	4 %
Extracto de Marat (<i>Moringa Oleífera</i>)	1%
Total	100%

Fuente: PROINPA (2012)

- **Dosis.** La dosis recomendada es de 1 litro de vigortop por 20 litros de agua, aplicados después de la emergencia, al primer y segundo aporque y en la floración con una frecuencia de 7 a 14 días de acuerdo a requerimiento del cultivo (Ortuño *et al.*, 2010).

Por su parte PROINPA (2012), recomienda su aplicación en cultivos anuales, después de la emergencia a 15 y 40 cm de altura aproximadamente, a una dosis de 5 litros por hectárea (la cantidad varía dependiendo del tamaño de la planta) aplicado al follaje al inicio del cultivo y continuado cada 15 días, hasta completar entre 3 a 4 aplicaciones durante el proceso de cultivo.

2.12. Importancia del ambiente protegido

Según Hartmman (1990), un ambiente atemperado es un elemento colector de energía solar con una geometría, una utilización de materiales y ubicación definido en función del máximo aprovechamiento de la intensidad de radiación solar y una alta producción brinda oportunidad de aprovechar las condiciones de humedad relativa e intensidad luminosa y temperaturas adecuadas, para una producción sostenida y eficiente.

La principal diferencia entre el cultivo al aire libre y en ambiente protegido es el control del ambiente que las plantas necesitan para obtener su máximo desarrollo, el cultivo en ambiente protegido suele considerarse un caso particular de la explotación intensiva dentro del grupo de horticultura protegida (Pérez y Turón, 1997).

Según López (1994), el manejo del invernadero es importante ya que comprende: cultivos y selección, siembra, riegos, cuidado de los cultivos, cosecha y ventilación.

2.13. Presupuesto parcial

Según CIMMYT (1988), el presupuesto parcial es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos.

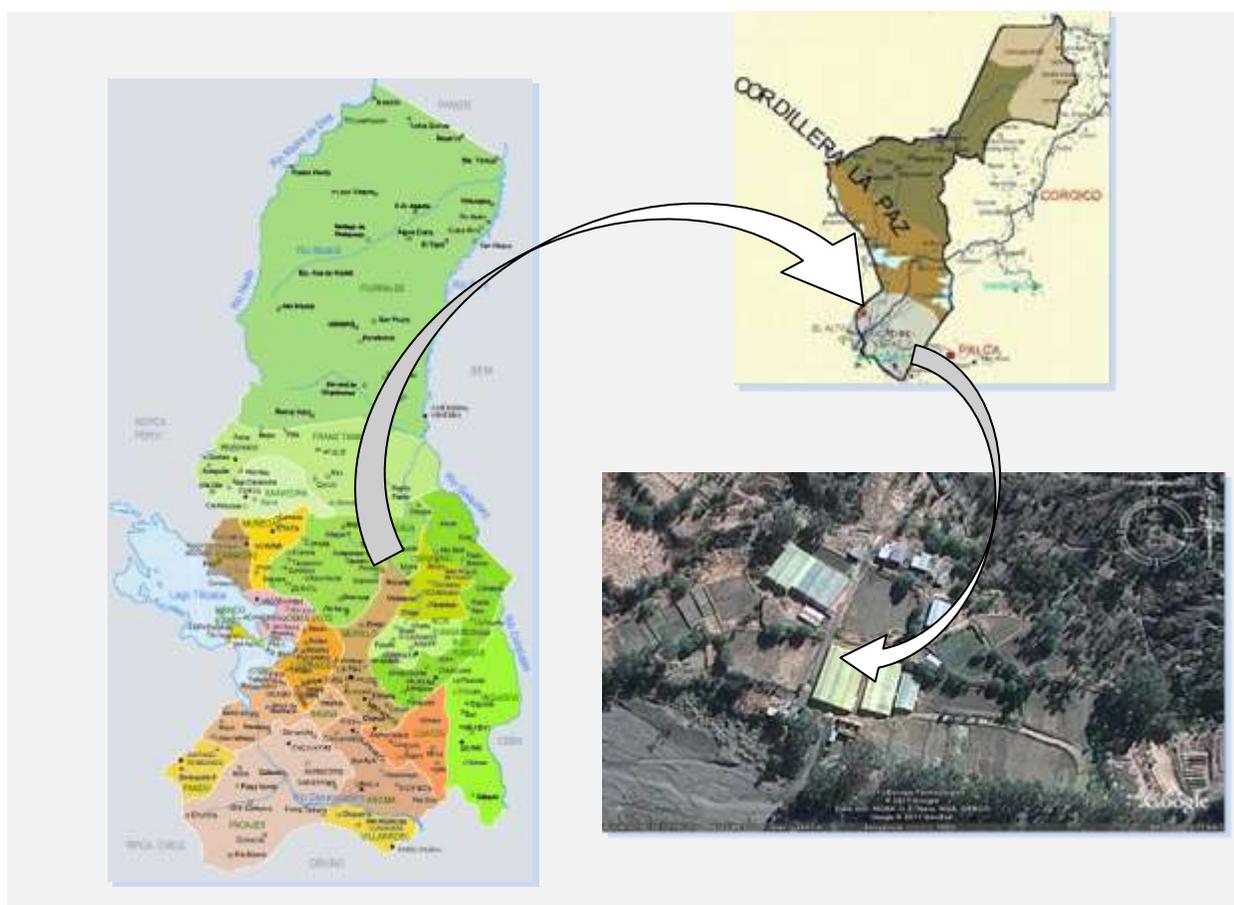
El presupuesto parcial incluye los rendimientos medios para cada tratamiento, los rendimientos ajustados y el beneficio bruto de campo (en base al precio de campo de cultivo). Así mismo, toma en cuenta todos los costos que varían para cada tratamiento. las dos últimas líneas son el total de los costos que varían y los beneficios netos. Para la evaluación de los resultados experimentales se considera el rendimiento medio, rendimiento ajustado, beneficio bruto, beneficio neto donde el:

- El rendimiento ajustado: De cada tratamiento es el rendimiento medio reducido en un cierto porcentaje con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y es que el agricultor podría lograr con ese tratamiento.
- Beneficio bruto de campo: De cada tratamiento se calcula multiplicando el precio de campo por el rendimiento ajustado.
- El beneficio neto: Se calcula restando el total de los costos que varían del beneficio bruto de campo para cada tratamiento.

3. LOCALIZACIÓN

3.1. Ubicación geográfica

El presente estudio se realizó en el Centro Experimental Cota Cota, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, situada en la Provincia Murillo a 15 kilómetros del centro de la ciudad de La Paz. Geográficamente está situada entre los 16° 32' 04" Latitud Sud y 68° 03' 44" Longitud Oeste, a una altitud de 3445 m.s.n.m. (Huayllani, 2007).



Fuente: Instituto Geográfico Militar – Bolivia: Google maps (2017)

Figura 1. Ubicación geográfica del Centro Experimental Cota Cota

3.2. Características climáticas

Por considerarse cabecera de valle, la característica de esta región es templada a lo largo del año, presenta una temperatura máxima de 32°C, una temperatura media 11.5°C y una mínima de hasta -6°C; con una precipitación pluvial media anual de 380 mm; una Humedad relativa de 58% y una velocidad máxima promedio de los vientos de 1.4 m/s (SENAMHI, 2015).

3.3. Topografía y Vegetación

Cota Cota tiene una topografía accidentada con pendientes regulares a fuertes, donde se realizan terraceos con fines agrícolas. Se presentan en el lugar las siguientes especies vegetales: eucalipto (*Eucalyptus globulus*), acacia (*Acacia ssp.*), queñua (*Polylepis ssp.*), retama (*Spartium junceum*), ligustro (*Ligustrum sinensis*), chillka (*Baccharis spp.*), etc. (Guzmán, 2000).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Material biológico

- Semilla de *Cucumis sativus* (variedad Eureka), procedente de Seminis Vegetable Seeds Inc. - México (Anexo 1-A).
- Semilla de *Cucumis sativus* (variedad SMR 58), procedente de American Seed Company – EE. UU. (Anexo 1-B).
- Vigortop (biofertilizante foliar líquido), procedente de Biotop S.R.L., Cochabamba – Bolivia.

4.1.2. Material de Campo

- Cuaderno de campo
- Marbetes
- Termómetro
- Flexómetro
- Vernier
- Higrómetro
- Atomizador manual (2 litros)
- Jeringa (10 ml)
- Picota, pala, rastrillos, etc.
- Tijera podadora
- Balanza de precisión
- Cámara fotográfica

4.1.3. Material de escritorio

- Libreta de campo
- Material bibliográfico
- Equipo de computación
- Impresora
- Escáner

4.2. Método

4.2.1. Diseño experimental

El ensayo fue realizado bajo el arreglo bi-factorial en el diseño de Bloques Completos al Azar. Se contaron con 24 tratamientos resultantes del arreglo factorial completo 2 x 4, correspondientes a dos variedades de pepinillo y tres dosis de Vigortop y un nivel testigo, con 3 repeticiones cada uno (Ochoa, 2009).

Los datos se sometieron a análisis de varianza y pruebas de comparación de medias Duncan ($\alpha = 0.05$), con el paquete estadístico Info Stat, versión 2008.

4.2.1.1. Modelo lineal aditivo

El modelo lineal utilizado para un diseño de Bloques al Azar con arreglo bi-factorial fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha\gamma_{ij}) + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ijk} = Una observación cualquiera
- μ = Media poblacional.
- β_k = Efecto del k-ésimo bloque
- α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A (VARIEDAD)
- γ_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor B (DOSIS DE VIGORTOP)
- $(\alpha\gamma_{ij})$ = Efecto del i-ésimo nivel del factor A con el j-ésimo nivel del factor B (interacción A x B)
- ϵ_{ijk} = Error experimental de la parcela

4.2.1.2. Factores de estudio

El factor A estuvo constituido por dos variedades de pepinillo y el factor B, por tres dosis de vigortop y un testigo sin la aplicación de éste.

➤ **Factor A (variedades):**

V1 = Eureka

V2 = SMR 58

➤ **Factor B (dosis de Vigortop):**

D0 = Sin fertilizante foliar (testigo)

D1 = 3% de fertilizante = 0.6 cc de Vigortop/2 l de agua

D2 = 5% de fertilizante = 0.10 cc de Vigortop/2 l de agua

D3 = 7% de fertilizante = 0.14 cc de Vigortop/2 l de agua

➤ **Tratamientos**

El Cuadro 9, describe los tratamientos y su respectiva interacción.

Cuadro 9. Formulación y descripción de los tratamientos

Tratamientos	Descripción
T1 = V ₁ D ₀	Variedad Eureka sin fertilizante vigortop
T2 = V ₁ D ₁	Variedad Eureka con 3% del fertilizante vigortop
T3 = V ₁ D ₂	Variedad Eureka con 5% del fertilizante vigortop
T4 = V ₁ D ₃	Variedad Eureka con 7% del fertilizante vigortop
T5 = V ₂ D ₀	Variedad SMR 58 sin fertilizante vigortop
T6 = V ₂ D ₁	Variedad SMR 58 con 3% del fertilizante vigortop
T7 = V ₂ D ₂	Variedad SMR 58 con 5% del fertilizante vigortop
T8 = V ₂ D ₃	Variedad SMR 58 con 7% del fertilizante vigortop

Fuente: Investigación de campo (2015)

4.2.1.4. Croquis de la parcela experimental

La parcela experimental fue delimitada por estacas, divididos en pasillos y en unidades experimentales según sorteo de tratamientos.

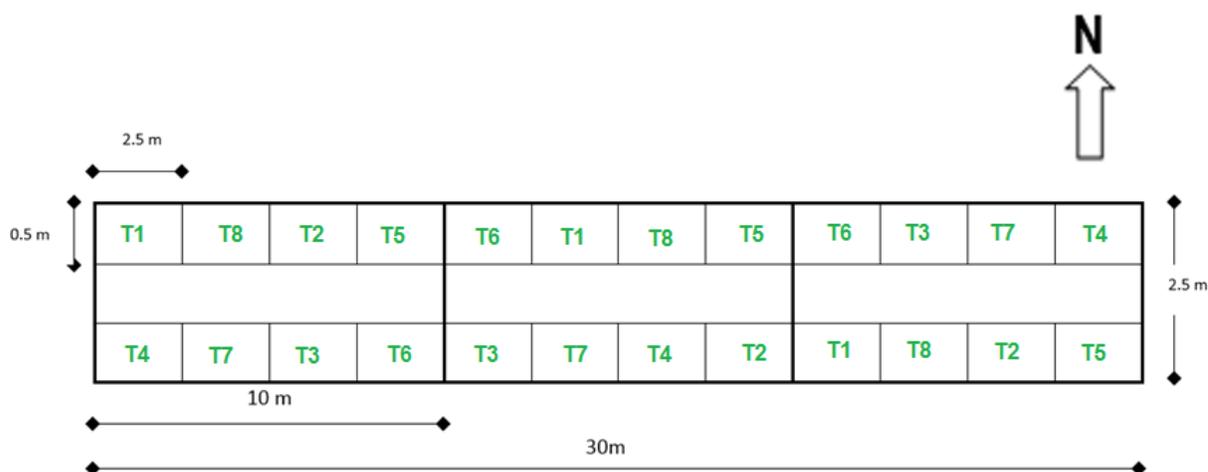


Figura 2. Croquis experimental de la parcela

4.2.1.5. Características de la parcela experimental

Tratamientos:	8
Repeticiones:	3
Total unidades experimentales (UE):	24
Área U.E.:	1.25 m ²
Área total más los pasillos:	75 m ²
Distancia entre surcos:	0.50 m.
Distancia entre plantas:	0.30 m.

4.2.2. Procedimiento de campo

4.2.2.1 Establecimiento de la parcela experimental

El establecimiento de la parcela experimental se realizó en una de las carpas solares del Centro Experimental Cota Cota, donde se desarrollaron las siguientes actividades:

- **Muestreo de suelo**

Una vez identificado el área de estudio, se procedió a tomar muestras de suelo por el método del zigzag (Chilón, 1997) en seis lugares de la parcela experimental, posteriormente se hizo una mezcla con las seis muestras tomadas y haciendo cuarteo se obtuvo una muestra representativa, la cual se envió a análisis físico – químico al Instituto Boliviano de Tecnología Nuclear (IBTEN).

- **Muestreo del fertilizante foliar Vigortop**

Adquirido el fertilizante foliar vigortop, se separó dicho líquido en una cantidad aproximada de 1 litro para efectuar el análisis físico – químico respectivo en el Instituto Boliviano de Tecnología Nuclear.

- **Preparación del suelo**

La remoción del suelo se realizó 20 días antes de la siembra, a una profundidad de 25 cm con el fin de exponer y eliminar a cualquier plaga o enfermedad que pudiera estar alojada en el suelo. Esta actividad se hizo de forma manual, luego se procedió a la limpieza con rastrillos para después seguir con el respectivo mullido y nivelado del suelo.

- **Siembra**

Un día antes de la siembra se realizó un riego intenso de la parcela experimental. Posteriormente, se llevó a cabo la siembra de forma manual en cada una de las platabandas, el sistema de siembra utilizado fue por golpe (tres bolillo), colocando dos semillas en un hoyo hecho en la platabanda para este fin, se utilizó una distancia de 0.30 m entre plantas y 0.50 m entre surcos.

- **Riego**

En un principio el riego del cultivo fue manual y se realizó todos los días desde el momento de la siembra hasta la germinación de las plántulas (7 días), para éste procedimiento se utilizó una regadera de 5 litros. Posteriormente, ésta acción se realizó semanalmente con un sistema de riego por goteo, regando cada una de las platabandas por espacio de 2 horas continuas.

- **Poda**

La poda de las plantas de pepinillo se realizó simultáneamente para las dos variedades. La primera poda fue a los 30 días después de la siembra, eliminando hojas por abajo de los 30 a 40 cm del tallo principal, las demás se hicieron cada 15 días hasta la cosecha.

- **Tutorado**

El tutorado se realizó cuando las plantas estaban a 30 centímetros de altura. La sujeción se hizo con hilo de polietileno sujeto de un extremo a la zona base de la planta y del otro a un alambre situado a 2 m de altura en la carpa. Este procedimiento se realizó con cada una de las plantas.

- **Control de malezas**

El desmalezado se realizó semanalmente en un principio (hasta los 30 días), posteriormente ésta acción se hizo cada 15 días durante el desarrollo del cultivo. Este proceso se llevó a cabo manualmente, sacando las malezas desde la raíz para evitar la competencia por nutrientes, luz y agua.

- **Aclareo de frutos**

Éste procedimiento se realizó por la mañana, eliminando los frutos que se encontraban en la base de la planta ya que impide el desarrollo de la parte superior, también se eliminó los frutos mal formados y se dejó solo un fruto por nudo ya que cuajaron de 3 a 4 frutos, los cuales no crecen libremente si se los deja así.

- **Control fitosanitario**

Durante el desarrollo del cultivo se presentaron dos plagas al final del cultivo: Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) y Pulgones (*Aphis sp.*), los cuales se controlaron con las podas, la mantención limpia del cultivo y la aplicación de macerados preventivos en base a ajo.

- **Biofertilización**

Durante el estudio se realizó pulverizaciones de forma ecológica con el biofertilizante foliar líquido vigortop. Las aplicaciones con éste producto se realizaron en las mañanas y cada 15 días, comenzando después de la emergencia. Para realizar esta actividad se utilizó un atomizador manual con una capacidad de 2 l. La cantidad de solución fue de 3, 5 y 7% de acuerdo a los tratamientos.

- **Cosecha**

Como el producto estaba destinado a encurtidos se realizaron tres cosechas de forma gradual, una a los 45 días después de la siembra, la segunda 60 días después de la siembra y la tercera a los 80 días después de la siembra. Éste procedimiento se efectuó en horas de la mañana, cortando el pedúnculo con ayuda de una tijera, puesto que la planta es muy frágil para poder arrancar los frutos y con la utilización de guantes porque el fruto presenta pequeñas espinas.

Después de cada cosecha se registraron los rendimientos y los frutos fueron pesados para obtener el rendimiento por variedad y por tratamiento.

4.3. Variables de Respuesta

4.3.1. Variables climáticas

4.3.1.1. Temperatura al interior de la carpa

La temperatura del Ambiente controlado se registró diariamente en horas de la mañana (9:00 am), con un termómetro instalado en el centro de la carpa y suspendido a una altura de 1.5 m.

4.3.1.2. Humedad Relativa

Al igual que la temperatura la humedad se midió cada día con la ayuda de un higrómetro, el cual permitió registrar la humedad al interior de la carpa.

4.3.2. Variables fenológicas

4.3.2.1. Días a la Emergencia

Ésta variable se determinó a través de la observación directa, tomando en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta la obtención de más del 50% de las plántulas emergidas en cada una de las unidades experimentales.

4.3.2.2. Días a la floración

Los días a la floración se tomaron cuando más del 50% de las plantas habían comenzado su floración, éste número se registró para cada una de las variedades utilizadas en la investigación.

4.3.2.3. Días a la fructificación

Esta variable se registró en las planillas de datos cuando las plantas marbeteadas por tratamiento presentaron frutos en crecimiento, los cuales fueron registrados por variedades.

4.3.2.4. Días a la cosecha

Se realizaron tres cosechas, una a los 45 días después de la siembra, la segunda a los 60 días y la tercera y última a los 80 días después de la siembra. Ésta actividad se hizo en una etapa temprana de madurez, cuando los frutos presentaron un tono de coloración verduzca, se cosecharon por planta marbeteada de cada tratamiento de manera independiente para su posterior pesaje, medición y registro.

4.3.3. Variables agronómicas

4.3.3.1. Altura de planta

La altura de planta fue medida en centímetros, desde la base hasta la parte apical de la planta. La lectura y registro de éste dato se realizó durante todo el proceso fisiológico por bloque y por tratamiento.

4.3.3.2. Número de frutos por planta

El número de frutos por planta se registró después de contar todas los frutos desarrollados en el tallo principal, ésta acción se repitió con cada uno de los tratamientos y de las variedades.

4.3.3.3. Longitud del fruto

El largo del fruto se tomó con un vernier y se registró en centímetros, por tratamiento y por variedad de pepinillo.

4.3.3.4. Diámetro del fruto

El diámetro del fruto se midió en todos los tratamientos, se tomó de la parte media del fruto con la ayuda de un vernier, se registró en centímetros y se lo llevó a cabo al momento de la cosecha.

4.3.3.5. Peso del fruto

El valor de ésta variable se hizo con la utilización de una balanza analítica, se procedió al pesado de frutos de pepinillo cosechados por tratamiento y variedad, para luego registrarlos en la planilla de datos.

4.3.3.6. Rendimiento

El rendimiento de cada tratamiento, se obtuvo pesando la cantidad total de frutos resultantes de cada unidad experimental después de la cosecha. Este procedimiento se realizó para cada una de las variedades utilizadas en la investigación y los datos fueron tomados en kg/m².

4.3.3.7. Análisis económico

El análisis económico se basó en el cálculo de los costos parciales de producción para cada una de las variedades y para cada uno de los tratamientos, así como los ingresos para los mismos. Para facilitar los cálculos, el análisis se realizó por 1 m², se tomó en cuenta los insumos utilizados, rendimientos, precio en el mercado y mano de obra empleado para el proceso.

Calculados los costos totales y los ingresos netos, se determinó la relación beneficio/costo utilizando la siguiente fórmula:

$$B/C = IB/CP$$

Donde:

B/C = Beneficio/costo

IB = Ingreso bruto

CP = Costos totales

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Características Climáticas

5.1.1. Temperatura

La Figura 3, muestra las temperaturas máximas y mínimas registradas al interior de la carpa solar durante el desarrollo del cultivo. En ella se observa, que la temperatura máxima alcanzada fue de 33.9 °C registrado el mes de mayo de 2015, siendo la temperatura mínima de 1.75 °C registrado el mismo mes.

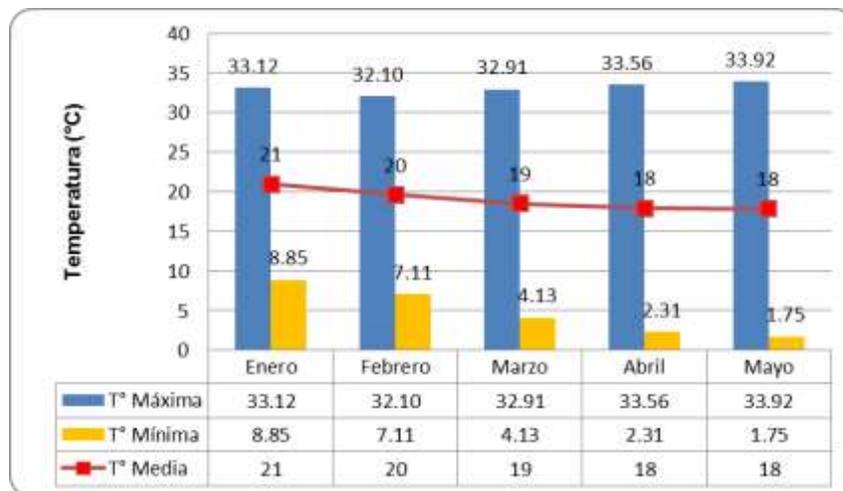


Figura 3. Registro de temperaturas al interior de la carpa

El promedio de las temperaturas máximas fue de 33°C, valor que influyó de forma positiva en el crecimiento, especialmente durante la germinación y posterior emergencia, que es cuando el pepinillo necesita de altas temperaturas.

La fluctuación del promedio de las temperaturas durante el desarrollo de la investigación variaron desde los 18°C hasta los 21°C, dato que habría favorecido al cultivo ya que coincide con lo afirmado por Casaca (2005), quién indica que las temperaturas apropiadas para un óptimo desarrollo del cultivo de pepinillo están entre 20 °C y 35 °C.

Con relación a las temperaturas mínimas, éstas se manifestaron en la madrugada y se promediaron en 5 °C, lo cual no afectó al cultivo a pesar de lo afirmado por Valdez (1993), quien indica que, el pepinillo es una planta de clima templado, sensible a bajas temperaturas, sobre todo cuando el fruto ha madurado.

Al respecto, Góngora (2008) señala que si las temperaturas sobrepasan los 40°C, se observan desequilibrios en las plantas que afectan directamente a los procesos de la fotosíntesis y respiración además de detener el crecimiento y si las temperaturas descienden por debajo de 12 a 1°C, ocasionan malformaciones en la hojas, frutos y quema de partes vegetativas sensibles.

5.1.2. Humedad Relativa

La Figura 4 presenta el registro de la humedad durante el ciclo de cultivo, en ella se puede apreciar una máxima de 83% el mes de febrero y una mínima de 41% el mes de marzo.

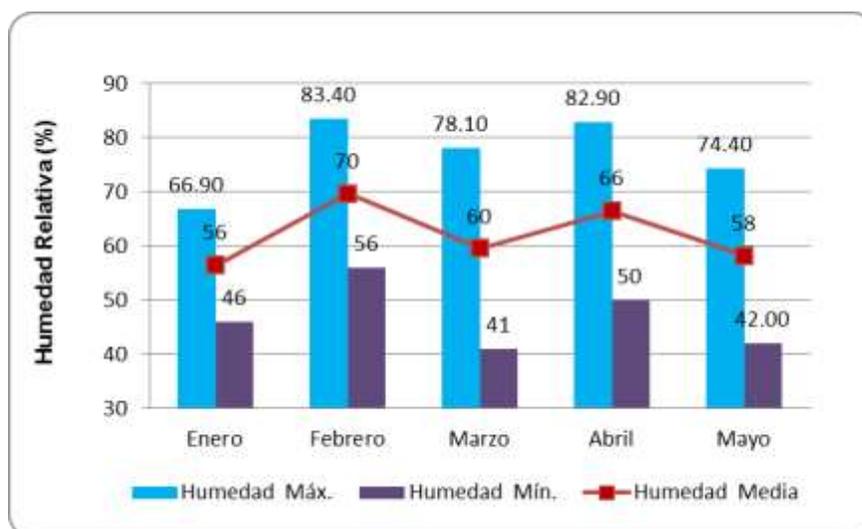


Figura 4. Registro de la humedad relativa durante el desarrollo del cultivo

Asimismo, la figura muestra la oscilación promedio de la humedad relativa dentro de la carpa, la cual se mantuvo entre 56 y 70%, valor que se estima fue el apropiado para el desarrollo del pepinillo, pues no se presentaron enfermedades de tipo fungoso y coincide con lo aseverado por Serrano (1979), quien señala que las plantas se desarrollan bien cuando la humedad relativa fluctúa entre 30% y 70%, por debajo del 30% las hojas y tallos se marchitan, por encima de 70% la incidencia de las enfermedades es un problema.

Sobre el tema, CENTA (2003) sostiene que el cultivo de pepinillo se desarrolla bien cuando la humedad relativa es media, ya que cuando es muy alta las plantas se vuelven susceptibles al ataque de enfermedades fungosas y cuando la humedad relativa es muy baja, afecta indirectamente al cultivo, al producirse una elevada capacidad evaporativa del aire, y un descenso de la transpiración de la planta.

5.2. Análisis de variables agronómicas

5.2.1. Fenología del cultivo

La descripción fenológica del cultivo de pepino (*Cucumber sativus*) se detalla en la Figura 5, ésta muestra el número de días desde la siembra hasta la emergencia, el número de días transcurridos en la fase de crecimiento, floración, fructificación, maduración y el número de días hasta la cosecha.

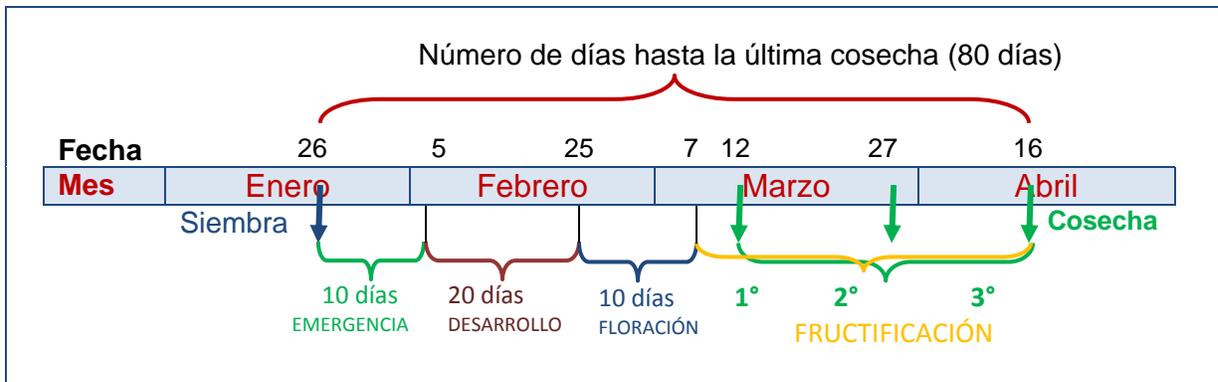


Figura 5. Fenología del cultivo de pepinillo en condiciones de carpas solar

Siendo que la siembra se realizó el 26 de enero, la emergencia se verificó para las dos variedades 10 días después (5 de febrero). A partir de ese momento la planta se desarrolló vegetativamente durante 20 días, luego de las cuales pasó por la fase de floración por 10 días. Las fases de fructificación y maduración del fruto sucedieron en los siguientes 40 días, lo que hace un total hasta la última cosecha de 80 días (16 de abril).

5.2.2. Altura de la planta a la cosecha

El análisis de varianza (Cuadro 10) para altura de planta a la cosecha no presentó diferencias significativas entre bloques, ni en la interacción variedad por dosis. Sin embargo, si mostró diferencias altamente significativas entre variedades y entre las dosis aplicadas de vigortop.

Se asume que no se encontraron diferencias significativas entre bloques porque las condiciones medioambientales (temperatura, precipitación, humedad, nutrientes disponibles en el suelo) y condiciones de manejo de las parcelas experimentales hasta la madurez fisiológica fueron iguales para todos los tratamientos, siendo el coeficiente de variación para ésta variable de 2.03%, valor que está dentro del rango de confiabilidad.

Cuadro 10. Análisis de varianza para altura de la planta a la cosecha

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	Prob
Bloques	2	65.78	32.89	2.64	0.1064 NS
Variedad	1	4993.65	4993.65	401.01	0.0001 **
Dosis	3	275.39	91.80	7.37	0.0034 **
Variedad*Dosis	3	1.55	0.52	0.04	0.9883 NS
Error	14	174.34	12.45		
Total	23	5510.70			

CV = 2.03 %

NS = No significativo

(**) = Altamente significativo

La Figura 6 muestra de forma general el crecimiento vertical de las dos variedades de pepinillo a lo largo del ciclo de cultivo, en ella se observa que las mayores alturas de planta corresponden a la variedad SMR 58 respecto de la variedad Eureka en todos los casos. En cuanto a las dosis, se observa que las mejores alturas promedio fueron las alcanzadas con la dosis de 5% de vigortop con 193.8 y 164.9 cm para la variedad SMR 58 y Eureka respectivamente, seguido de los tratamientos que no recibieron el fertilizante con 188.7 y 159.8 cm, muy similar en altura a la dosis de 7% de vigortop con 188.3 y 158.8 cm y por último la dosis de 3% de vigortop con 183.9 y 155.8 cm para ambas variedades.

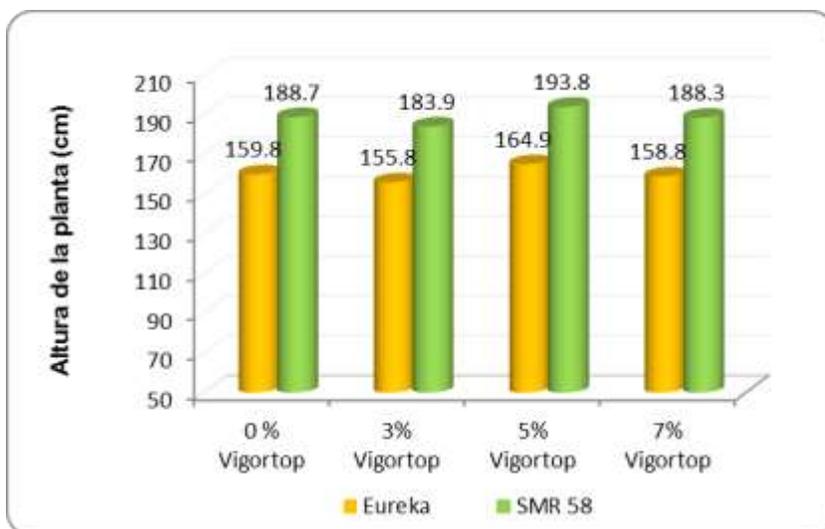


Figura 6. Altura promedio de la planta a la cosecha

La prueba de Duncan al 5% presentado en el Cuadro 11, corrobora las diferencias significativas entre las alturas alcanzadas por las dos variedades. La variedad SMR 58 en éste estudio alcanzó un promedio de 188.67 cm mayor que el promedio del pepinillo Eureka que alcanzó 159.82 cm, alturas que asumimos son debidas a las características genéticas de cada una de las variedades utilizadas, considerándose que factores ambientales y de nutrición fueron los mismos para todos los tratamientos.

Cuadro 11. Prueba Duncan para altura de la planta a la cosecha

Variedades	Media (cm)	Duncan ($\alpha = 0.05$)	Dosis Vigortop (%)	Media (cm)	Duncan ($\alpha = 0.05$)
SMR 58	188.67	A	5	179.34	A
			0	174.25	B
EUREKA	159.82	B	7	173.56	B
			3	169.84	B

La misma prueba (Duncan) detecto diferencias significativas entre el tratamiento cuya dosis fue de 5% de vigortop frente a las demás dosis. Sin embargo, no se encontraron diferencias en la altura de la planta entre las dosis de 0, 3 y 7% de vigortop.

Aparentemente, la temperatura, luminosidad y humedad de la carpa solar en horas de la mañana combinadas con una dosis de 5% de vigortop favorecieron la permeabilidad de la cutícula y estimularon la apertura de estomas en las plantas por lo que éstas capturaron y asimilaron mejor el fertilizante en dicha concentración, expresándolo a través de un crecimiento longitudinal superior en comparación a las plantas que recibieron otras concentraciones y/o no fueron tratadas con el producto y que por tanto no recibieron elementos como el nitrógeno (N) que tiene que ver en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas .

Por tanto, se puede afirmar que en la altura de la planta, además de factores como la temperatura, humedad, luminosidad y características genéticas de la variedad, la cantidad de nutrientes adicionales otorgados a la planta por medio del fertilizante foliar vigortop influyen en el crecimiento longitudinal, pues el contenido de nitrógeno (N), ácidos húmicos, fúlvicos y brasinoloides de éste tipo de productos según varios autores (Guminsky et al.,1983 citado por Ramos, 2000) estimulan la absorción de macronutrientes y la división celular en los meristemos subapicales de las plantas, provocando así un incremento en la longitud de los tallos.

Comparando los promedios de altura del tallo con otras investigaciones, éstas no coinciden con las reportadas por Callisaya (2017), quien con la aplicación foliar de microorganismos eficientes alcanzo alturas de 193,67 y 164,85 cm para la variedad SMR 58 y Eureka respectivamente, alturas superiores a las obtenidas en ésta investigación cuyas alturas encontradas fueron 188.67 y 159.82 cm para las mismas variedades.

5.2.3. Número de frutos por planta

El análisis de varianza para el número de frutos por planta (Cuadro 12) muestra un coeficiente de variación de 11.12% lo que indica que los resultados experimentales son confiables. Asimismo, éste análisis no presentó diferencias significativas entre bloques y tampoco en la interacción dosis por variedad pero si detectó diferencias altamente significativas entre las variedades utilizadas y entre las dosis de vigortop aplicadas.

Cuadro 12. Análisis de Varianza para el número de frutos por planta

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	Prob
Bloques	2	2.59	1.29	1.26	0.3138 NS
Variedad	1	147.96	147.96	144.26	0.0001 **
Dosis	3	33.57	11.19	10.91	0.0006 **
Variedad*Dosis	3	0.18	0.06	0.06	0.9806 NS
Error	14	14.36	1.03		
Total	23	198.66			

CV = 11.12 %

NS = No significativo

(**) = Altamente significativo

En la Figura 7 se aprecia que los tratamientos que alcanzaron el mayor número de frutos por planta fueron los pertenecientes a la variedad SMR 58, dentro de los cuales la dosis de 5% de vigortop reportó 13 frutos, seguida de las dosis de 0 y 7% con 12 frutos ambas, siendo los tratamientos que recibieron la aplicación de 3% de fertilizante foliar los que alcanzaron sólo un promedio de 10 frutos por planta. En el caso de la variedad Eureka, la dosis que mayor número de frutos presentó también fue la de 5% de vigortop (8 frutos) y la de menor número de frutos fue la dosis de 3% con 5 frutos por planta.

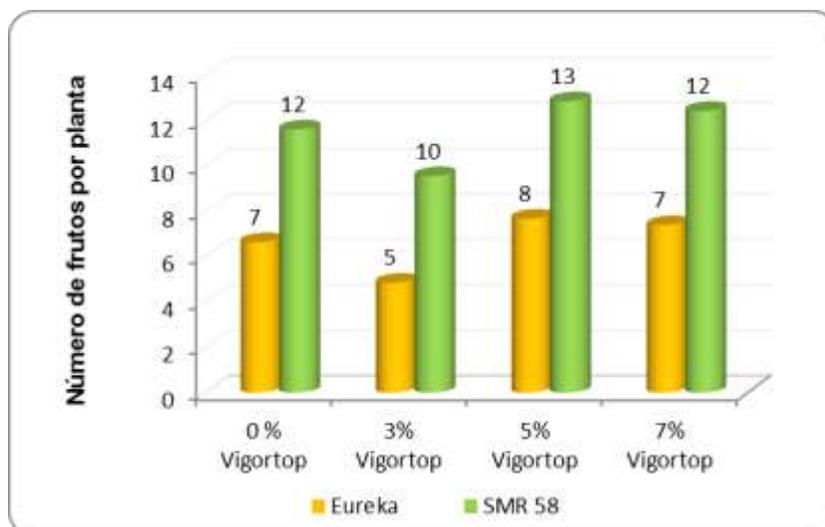


Figura 7. Número promedio de frutos por planta

Realizada la prueba Duncan al 5% (Cuadro 13), ésta confirmó diferencias estadísticas entre la variedad SMR 58 que obtuvo un promedio de 12 frutos por planta y la variedad Eureka que alcanzó un promedio de 7 frutos por planta. La diferencia entre ambas variedades, la atribuimos primero a la información genética y disposición que tiene cada variedad para formar un cierto número de frutos por planta, seguido en segundo lugar, por la disponibilidad de recursos nutricionales que tenga la planta para lograr su objetivo.

En éste sentido, asumimos que el mayor número de frutos alcanzado por la variedad SMR 58 en cada uno de los tratamientos, se debe a que la información genética que lleva consigo ésta variedad la predispone a formar una mayor cantidad de frutos por tratarse de una planta relativamente más alta que las plantas de la variedad Eureka. Así se justificaría también el menor número de frutos formados por las plantas de pepinillo Eureka, que al tener menor porte formaron también menor número de frutos.

Cuadro 13. Prueba Duncan para el número de frutos por planta

Variedades	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)	Dosis Vigortop	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
SMR 58	12	A	5	10	A
			7	10	A
EUREKA	7	B	0	9	A
			3	7	B

Con relación a las dosis de vigortop, la prueba Duncan muestra que la dosis de 5% consiguió que se formaran en promedio 10 frutos por planta, similar a las dosis de 7 y 0% con 10 y 9 frutos por planta respectivamente, siendo la dosis de 3% de vigortop la de menor cantidad de frutos obtenidos (7).

Se asume que la formación de la mayor cantidad de frutos por planta se dio por la adición de elementos como el potasio y el fósforo (K, esencial para el control del movimiento de los estomas y el agua de la planta; y P responsable de la transferencia de energía necesaria para los procesos metabólicos dentro de la planta e importante para la formación de frutos), además de micronutrientes provenientes de vigortop.

Por tanto, y al ser las condiciones medioambientales y de manejo proporcionadas a todos los tratamientos similares, se confirma que la dosis de 5% tendría influencia favorable sobre el número de frutos por planta, debido posiblemente al buen balance en la relación agua y vigortop, lo que justificaría la reacción de las otras dosis (7 y 3%) y de los tratamientos que no recibieron el biofertilizante, expresándose en un menor número de frutos producidos.

Al respecto, la FAO (2002) sostiene que las diferentes variedades de un cultivo difieren en sus requerimientos de nutrientes y en su respuesta a los fertilizantes. Por su parte, Rodríguez (1991) indica que la cantidad de frutos podría estar determinada por las condiciones generales nutritivas de la planta, o puede deberse a la variabilidad genética de la especie y la aplicación de fertilizantes durante la formación del fruto.

El número de frutos obtenidos en ésta investigación para la variedad SMR 58 y Eureka, son similares a los obtenidos por Callisaya (2017), quien con aplicación foliar de microorganismos reportó promedios de 13 y 8 frutos por planta para las mismas variedades. Por otra parte, Maydana (2015) con 1.2 kg/m² de abono ovino alcanzó un promedio de 6 frutos por planta con la variedad SMR 58, número de frutos bajo con relación al presente estudio.

5.2.4. Longitud del fruto

El Cuadro 14 muestra el análisis de varianza para la longitud de los frutos, en él se observa que no existen diferencias significativas entre bloques, entre variedades, entre dosis de vigortop utilizados, ni en la interacción variedad por dosis.

Sé asume que no se encontraron diferencias significativas entre bloques porque tanto la temperatura, precipitación, humedad, nutrientes disponibles como las prácticas de manejo de las parcelas experimentales fueron similares y simultaneas para todos los tratamientos, siendo el coeficiente de variación para ésta variable de 9.28%, valor que está dentro del rango de confiabilidad para el experimento.

Cuadro 14. Análisis de Varianza para la longitud de los frutos

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	Prob
Bloques	2	0.96	0.48	0.97	0.4035 NS
Variedad	1	1.22	1.22	2.47	0.1383 NS
Dosis	3	0.15	0.05	0.10	0.9590 NS
Variedad*Dosis	3	0.38	0.13	0.26	0.8564 NS
Error	14	6.91	0.49		
Total	23	9.61			

CV = 9.28 %

NS = No significativo

(**) = Altamente significativo

Como se puede observar en la Figura 9, la longitud promedio de los frutos varía entre 7 y 8 cm independientemente de la variedad y de la dosis de vigortop utilizada, lo cual permite concluir que al ser ambas variedades de tipo pickle y para enlatados, genéticamente están destinados a alcanzar una longitud del fruto uniforme y aceptable en el mercado. Por otro lado, éste aspecto (genético) no estaría influenciado por el fertilizante foliar, pues su aplicación en diferentes cantidades no reportó diferencias significativas para ninguno de los tratamientos.

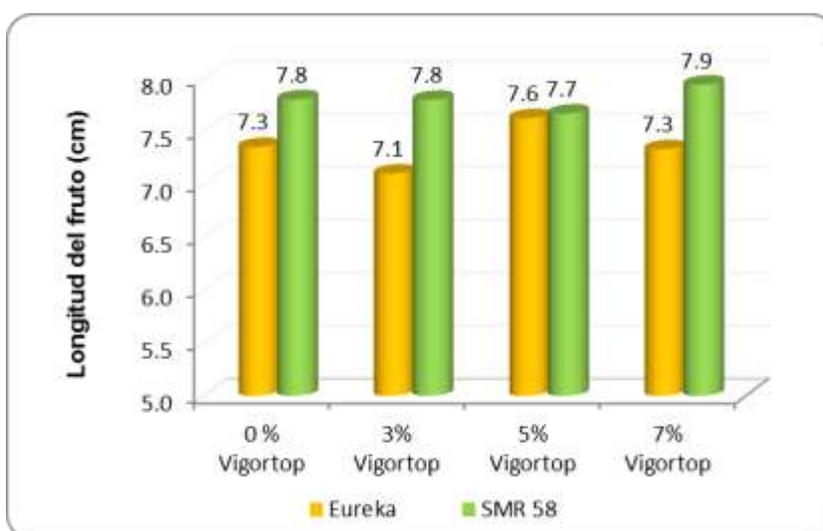


Figura 8. Longitud de los frutos a la cosecha

Al respecto García (2000), sostiene que la calidad de los frutos se determina en mayor parte por su tamaño, es decir, por su grosor y longitud. El mismo autor indica que los frutos deben cosecharse cuando presenten las características visibles, entre ellas el tamaño, color de la cascara, piel lisa, sin humedad exterior y libres de descomposición.

Los resultados de longitud del fruto en ésta investigación (de 7 a 8 cm), difieren de los hallados por Mamani (2016), quien en cultivos con diferentes sustratos en un sistema hidropónico, informó que para la variedad Eureka obtuvo una longitud de 5 cm; mientras que las longitudes registradas por Callisaya (2017) 6.22 cm para la variedad Eureka y 6.67 cm para la variedad SMR 58 se aproximan a los de éste estudio.

5.2.5. Diámetro del fruto a la cosecha

El análisis de varianza (Cuadro 15), para el diámetro del fruto no detecto diferencias significativas entre bloques, ni en la interacción dosis por variedad pero si detecto diferencias altamente significativas entre variedades y dosis de vigortop utilizadas.

Asumimos, que no se encontraron diferencias significativas entre los bloques porque la investigación fue llevada a cabo de forma homogénea tanto en las actividades de manejo del cultivo como en las condiciones ambientales otorgadas por la carpa solar ya que el coeficiente de variación de 8.57% indica que los resultados experimentales para ésta variable son confiables.

Al no encontrarse diferencias significativas en el diámetro del fruto en la interacción variedad por dosis, se puede decir que ambas variables de respuesta son independientes ya que una no influye en la otra.

Cuadro 15. Análisis de Varianza para diámetro del fruto a la cosecha

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	Prob
Bloques	2	0.17	0.08	1.42	0.2743 NS
Variedad	1	1.73	1.73	29.46	0.0001 **
Dosis	3	1.24	0.41	7.04	0.0040 **
Variedad*Dosis	3	0.24	0.08	1.34	0.3013 NS
Error	14	0.82	0.06		
Total	23	4.19			

CV = 8.57 %

NS = No significativo

(**) = Altamente significativo

En la Figura 9 se observa que en todos los tratamientos los mejores diámetros de fruto fueron alcanzados por la variedad SMR 58, siendo la dosis de 5% la que permitió a las dos variedades un mejor crecimiento horizontal del fruto con 3.3 cm y 3.0 cm de diámetro promedio, frente a los demás tratamientos incluidos los que no recibieron la aplicación del fertilizante foliar.

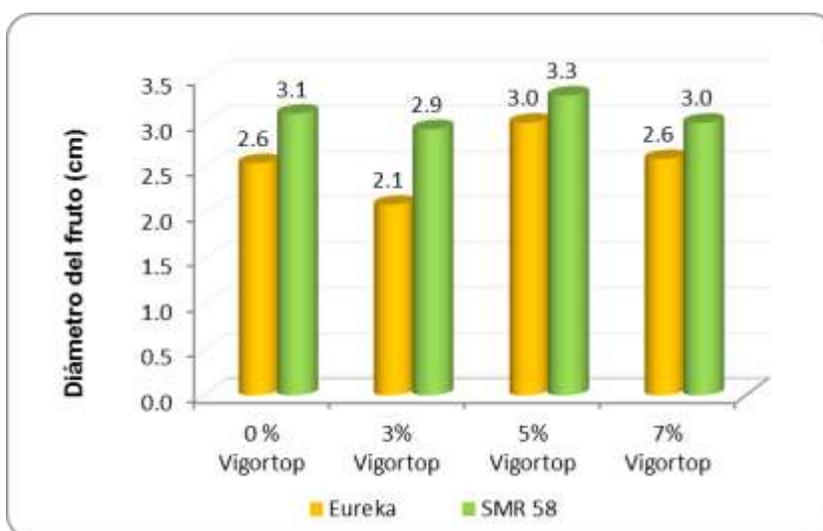


Figura 9. Diámetro promedio del fruto a la cosecha

La prueba Duncan para la variable diámetro del fruto (Cuadro 16) ratificó las diferencias significativas entre variedades, siendo la variedad SMR 58 la que reportó 3.09 cm, diferente estadísticamente a la variedad Eureka que obtuvo un promedio de 2.56 cm. La misma prueba, muestra diferencias significativas entre dosis de vigortop, destacándose la dosis de 5% que logró alcanzar un diámetro de 3.16 cm, diámetro mayor respecto a los demás tratamientos que obtubieron diámetros de fruto similares con 2.82, 2.81 y 2.52 cm, para 0, 7 y 3% de vigortop.

Cuadro 16. Prueba Duncan para el diámetro del fruto a la cosecha

Variedades	Media (cm)	Duncan ($\alpha = 0.05$)	Dosis Vigortop	Media (cm)	Duncan ($\alpha = 0.05$)
SMR 58	3.09	A	5	3.16	A
			0	2.82	B
EUREKA	2.56	B	7	2.81	B
			3	2.52	B

Como los mayores diámetros de fruto se alcanzaron con la aplicación de vigortop, suponemos que aparte de los macro y micronutrientes disponibles en el producto, la estructura física del fruto (rugosidad) de cada una de las variedades afectó la mojabilidad y retención de las gotas de fertilizante, causando así diferencias en el aprovechamiento del producto por parte de las plantas, siendo más eficientes en los procesos fisiológicos de absorción, almacenamiento y translocación aquellas que recibieron la solución de 5%.

Por el contrario, las plantas que lograron frutos más delgados fueron las que recibieron el biofertilizante en dosis de 3%, por lo que asumimos que éste nivel de vigortop no favorece al engrosamiento del fruto.

Comparando los resultados obtenidos en ésta investigación (3.09 y 2.56 cm), notamos que son similares a los datos de Callisaya (2017) que encontró diámetros de 2.85 y 2.32 cm para los híbridos SMR 58 y Eureka con aplicación de EM; de Maydana (2015) quien obtuvo un diámetro de 2.15 cm en la variedad SMR 58 aplicando estiércol ovino en una cantidad de 1.2 kg/m²; y de Mamani (2016) que registró 2.67 cm de diámetro para la variedad Eureka con la aplicación foliar de biol en un 50%.

5.2.6. Peso del fruto a la cosecha

El análisis de varianza (Cuadro 17) para el peso por unidad de pepinillo, no encontró diferencias significativas entre bloques, entre dosis de vigortop, ni en la interacción variedad por dosis. No obstante, encontró diferencias altamente significativas entre variedades.

Estimamos que no se encontraron diferencias significativas entre bloques porque el manejo cultural de las parcelas experimentales fue homogéneo para todos los tratamientos, siendo el coeficiente de variación para el peso del fruto 5.78%, valor ubicado dentro del rango de confiabilidad.

Cuadro 17. Análisis de varianza para el peso del fruto a la cosecha

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	Prob
Bloques	2	17.63	8.82	3.13	0.0752 NS
Variedad	1	77.62	77.62	27.57	0.0001 **
Dosis	3	9.41	3.14	1.11	0.3764 NS
Variedad*Dosis	3	7.99	2.66	0.95	0.4448 NS
Error	14	39.42	2.82		
Total	23	152.07			

CV = 5.78 %

NS = No significativo

(**) = Altamente significativo

La Figura 10 muestra el peso promedio de los frutos, donde la variedad SMR 58 fue la que registró los mejores pesos con relación a la variedad Eureka, mientras que la dosis de 5% permitió obtener un mayor gramaje de los frutos tanto de la variedad SMR 58 como de la variedad Eureka con 31.6 y 28.9 g respectivamente, aunque éstas diferencias sólo son numéricas y no así significativas.

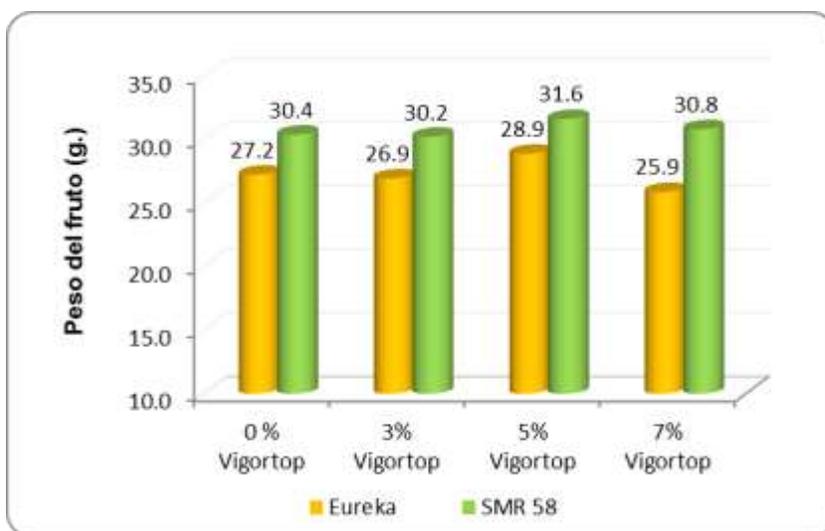


Figura 10. Peso promedio de los frutos a la cosecha

Los resultados de la prueba Duncan presentado en el Cuadro 18, corroboran las diferencias significativas entre variedades, donde el mayor peso por fruto se consiguió con la variedad SMR 58 que obtuvo un promedio de 30.82 g y el menor peso por fruto lo reportó el híbrido Eureka con un promedio de 27.22 g.

Cuadro 18. Prueba Duncan para el peso del fruto a la cosecha

Variedades	Media (g)	Duncan ($\alpha = 0.05$)
SMR 58	30.82	A
EUREKA	27.22	B

Se asume que la diferencia de los pesos por fruto entre variedades es directamente proporcional al diámetro y a la longitud del fruto, además de las características genéticas de cada una de las variedades. Por tanto, al ser mayor el diámetro y la longitud de los frutos correspondientes a la variedad SMR 58, ésta logró también un promedio mayor en peso, contrariamente a los frutos correspondientes a la variedad Eureka que al tener menor diámetro y longitud del fruto también lograron pesos menores de éste.

Los pesos del fruto registrados por Callisaya (2017) 22,67 g para SMR 58 y 19 g para Eureka, están por debajo de los obtenidos en éste estudio. Al igual que los reportados por Mamani (2016) y Maydana (2015), cuyos resultados en peso fueron de 21.75 g para la variedad Eureka con el uso de diferentes sustratos hidropónicos en el primer caso y 28.40 g para la variedad SMR 58 con la aplicación de estiércol ovino en el segundo caso.

5.2.7. Rendimiento de pepinillo (kg/m²)

El análisis de varianza para el rendimiento de pepinillo (Cuadro 19) no detectó diferencias significativas entre bloques, sin embargo encontró diferencias altamente significativas entre variedades, entre dosis de vigortop aplicados y en la interacción variedad por dosis.

No se encontraron diferencias significativas entre bloques porque desde la siembra hasta la cosecha las condiciones tanto ambientales como las de manejo del cultivo fueron similares para todas las unidades experimentales, pues el coeficiente de variación de 2.59% para ésta variable indica que los resultados son confiables.

Cuadro 19. Análisis de varianza para el rendimiento de pepinillo

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	Prob
Bloques	2	0.01	0.00039	0.83	0.4558 NS
Variedad	1	17.29	17.29	3706.21	0.0001 **
Dosis	3	2.86	0.95	204.66	0.0001 **
Variedad*Dosis	3	0.17	0.06	12.32	0.0003 **
Error	14	0.07	0.00047		
Total	23	20.40			

CV = 2.59 %

NS = No significativo

(**) = Altamente significativo

El rendimiento promedio de pepinillo se muestra en la Figura 11, en ella se observa que entre las variedades, la variedad SMR 58 obtuvo los mayores rendimientos por metro cuadrado en todos los tratamientos, siendo la dosis de 5% de vigortop la que permitió alcanzar un promedio de 3.9 kg/m² con la variedad SMR 58 y 2.2 kg/m² con la variedad Eureka. La misma Figura, también muestra que la dosis de 3% de vigortop fue la que obtuvo los menores rendimientos con 2.8 y 1.3 kg/m² para ambas variedades respectivamente.

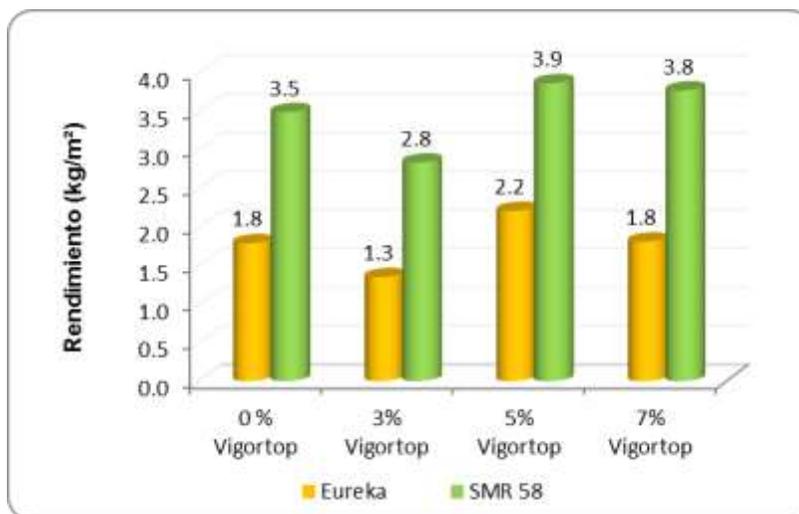


Figura 11. Rendimiento por tratamiento en kg/m²

Como se puede observar en el Cuadro 20, la prueba Duncan muestra diferencias en los rendimientos entre variedades, donde SMR 58 alcanzó un promedio de 3.48 kg/m² y la variedad Eureka alcanzó un promedio de 1.79 kg/m².

Se asume que la mayor cantidad en rendimiento de SMR 58 se debe a las características genóticas que trae consigo ésta variedad por el comportamiento que ha demostrado durante todo el desarrollo del cultivo y que al final se manifestó en un mayor rendimiento respecto de la variedad Eureka, la cual especulamos tiene una información genética que determinó su menor crecimiento vegetativo, menor producción de biomasa y por tanto menor rendimiento de pepinillo.

Cuadro 20. Prueba Duncan para el rendimiento de pepinillo

Variedades	Media (kg/m²)	Duncan (α = 0.05)	Dosis Vigortop (%)	Media (kg/m²)	Duncan (α = 0.05)
SMR 58	3.48	A	5	3.03	A
			7	2.79	B
EUREKA	1.79	B	0	2.64	C
			3	2.09	D

En cuanto a la dosis de vigortop, la prueba Duncan también detectó diferencias significativas entre los tratamientos. Siendo la dosis de 5% la que reportó un rendimiento mayor con 3.03 kg/m², seguido de las dosis de 7% y 0% con 2.79 y 2.64 kg/m² respectivamente, situándose en último lugar los tratamientos que recibieron 3% del fertilizante foliar vigortop con 2.09 kg/m².

Estos resultados confirmarían, que además de las características genéticas de la variedad, la cantidad de nutrientes adicionales otorgados a la planta en etapa de fructificación son esenciales para una buena producción de frutos ya que se sabe que en condiciones de deficiencias nutricionales o por algún tipo de estrés (biológico, físico, químico o de otra forma) los procesos metabólicos se ven afectados provocando también reducción en la producción.

Evidentemente, el mayor rendimiento se debe a que los componentes del vigortop (macro y micronutrientes, ácidos húmicos y fúlvicos) han coadyuvado a la formación de frutos, junto con la acción de los brasinoloides que según Jordán y Casaretto, 2006 son responsables del crecimiento, diferenciación y morfogénesis en las plantas.

Al respecto la FAO (2002), indica que para obtener rendimientos satisfactorios, los nutrientes tienen que ser aplicados en la forma de fertilizantes minerales ya que el crecimiento de una planta depende del suministro suficiente de cada nutriente, y el rendimiento está limitado por los nutrientes que son restringidos.

Rendimientos por variedad similares a los de éste estudio (SMR 58: 3.48 y Eureka: 1.79 kg/m²) fueron reportados por Callisaya (2017), quien con aplicación foliar de microorganismos eficientes obtuvo un rendimiento de 3.5 kg/m² con la variedad SMR 58 y 1.8 con el híbrido Eureka. Sin embargo, Mamani (2006) registró 2.09 kg/m² para SMR 58 con la aplicación de humus, dato de rendimiento menor al de la presente investigación.

5.3. Análisis económico

El análisis económico en el presente trabajo, permitió evaluar los costos parciales de producción para la variedad SMR 58 y para el híbrido Eureka, así como los ingresos para cada una de estas variedades.

Para facilitar los cálculos, el análisis se realizó para una unidad representada por 1 m², donde se tomaron en cuenta los insumos utilizados, rendimientos ajustados, el precio en el mercado y la mano de obra empleado para el proceso productivo (Anexos 7 al 12).

Cuadro 21. Resumen de la Evaluación económica a través de los Indicadores de rentabilidad

Variedad	Dosis de Vigortop	Costo total (bs/m²)	Ingreso Total (bs/m²)	Utilidad (bs/m²)	B/C (bs)
SMR 58	0 %	5.30	15.68	10.38	2.96
	3 %	5.30	12.74	7.44	2.40
	5 %	5.30	17.36	12.06	3.27
	7 %	5.30	16.94	11.64	3.20
EUREKA	0 %	5.20	8.04	2.84	1.55
	3 %	5.20	6.06	0.86	1.17
	5 %	5.20	9.92	4.72	1.91
	7 %	5.20	8.13	2.93	1.56

Fuente: Elaboración propia (2016)

Como se puede observar en el Cuadro 21, los costos de inversión para la producción del pepinillo SMR 58 y de pepinillo Eureka difieren levemente para cada variedad, debido al costo de la semilla y del biofertilizante vigortop, que de acuerdo a los tratamientos adoptaron cantidades diferentes.

Los ingresos fueron obtenidos a partir de los rendimientos ajustados de cada una de las variedades y determinados por el precio de venta por kilo de pepinillo, siendo éste de Bs 5 al momento de la comercialización.

Sobre la base de éstas determinaciones las mejores utilidades fueron presentadas por la variedad SMR 58 con una utilidad promedio de 15.68 Bs/m² con relación a la variedad Eureka que alcanzó una utilidad promedio de 8.04 Bs/m².

Las relaciones de Beneficio/Costo para todos los tratamientos fueron mayores a uno (1), lo que indica rentabilidad en la producción de pepinillo independientemente de la variedad y de las dosis de vigortop utilizadas. Sin embargo, las mejores relaciones Beneficio/Costo fueron presentadas por los tratamientos en los que se utilizó el híbrido SMR 58, destacándose la dosis de 5% de vigortop con 3.27/100 Bs, deduciéndose, que por cada 1 boliviano invertido con éste tipo de tratamiento se obtuvo una ganancia de 2.27/100 Bs.

Contrariamente, las relaciones Beneficio/Costo menores fueron reportadas por los tratamientos en los que se utilizó la variedad Eureka, siendo el menor de éstos los alcanzados por la dosis con 3% de vigortop con 1.17 Bs, lo cual indica que por cada 1 boliviano invertido en el cultivo de pepinillo Eureka se recupera 1.17/100 Bs.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y los resultados obtenidos en la investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

- La fluctuación de las temperaturas durante el desarrollo de la investigación variaron desde los 18 °C hasta los 21 °C, dato que habría favorecido al cultivo ya que se encuentra dentro del rango sugerido por varios autores, que indican que las temperaturas apropiadas para un óptimo desarrollo del cultivo de pepinillo están entre 20 °C y 35 °C.
- La oscilación promedio de la humedad relativa dentro de la carpa se mantuvo entre 56 y 70%, humedad que coadyuvó en la germinación y en el crecimiento del cultivo pues no se presentaron problemas de marchites de las hojas y tampoco enfermedades de tipo fungoso.
- El número de días a la emergencia para las dos variedades se constató a los 10 días después de la siembra. A partir de ese momento la planta se desarrolló vegetativamente durante 20 días, luego de las cuales pasó por la fase de floración por 10 días. Las fases de fructificación y maduración del fruto sucedieron en 40 días, lo que hace un total hasta la última cosecha de 80 días.
- La altura de las plantas fue diferente para cada una de las variedades, siendo superior SMR 58 con un promedio de 188.67 cm mayor que el promedio del pepinillo Eureka que alcanzó 159.82 cm. En relación a la dosis aplicada, la que permitió un mayor desarrollo vertical fue la dosis de 5% con 179.34 cm a diferencia de los tratamientos que recibieron la aplicación del fertilizante foliar en una dosis de 3% cuya altura fue la más baja con 169.84 cm.

- El número de frutos por planta fue superior en la variedad SMR 58 que logró un promedio de 12, con respecto al híbrido Eureka que obtuvo un promedio de 7 frutos por planta. Siendo la dosis de aplicación de 5% de vigortop la que consiguió un mayor número de frutos (10) por planta.
- Respecto a la longitud del fruto, no se encontraron diferencias significativas entre las variedades SMR 58 y Eureka, tampoco se detectaron diferencias entre las dosis de aplicación, variando los promedios entre 7 y 8 cm independientemente de la variedad y de la dosis de vigortop utilizada.
- El diámetro del fruto presentó diferencias significativas entre variedades, donde la variedad SMR 58 reportó 3.09 cm, diferente estadísticamente a la variedad Eureka que obtuvo un promedio de 2.56 cm. Entre dosis de vigortop, se destacó la dosis de 5% que logró alcanzar un diámetro de 3.16 cm, mayor respecto a la dosis de 3% de vigortop que obtuvo el menor diámetro con 2.52 cm.
- La variable peso de fruto no presentó diferencias significativas en cuanto al nivel de vigortop utilizado, sin embargo se hallaron diferencias significativas entre variedades, donde el mayor peso por fruto se consiguió con la variedad SMR 58 que obtuvo un promedio de 30.82 g, frente al híbrido Eureka, que reportó el menor peso por fruto con un promedio de 27.22 g.
- Con relación al rendimiento, SMR 58 alcanzó un promedio de 3.48 kg/m² y la variedad Eureka alcanzó un promedio de 1.79 kg/m². Entre las dosis de aplicación, la dosis de 5% fue la que reportó un rendimiento mayor con 3.03 kg/m², situándose en último lugar los tratamientos que recibieron 3% del fertilizante foliar vigortop con 2.09 kg/m².

- Las mejores relaciones Beneficio/Costo fueron presentadas por los tratamientos en los que se utilizó el híbrido SMR 58, destacándose la dosis de 5% de vigortop con 3.27/100 Bs, deduciéndose, que por cada 1 boliviano invertido con éste tipo de tratamiento se obtuvo una ganancia de 2.27/100 Bs.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar la variedad de pepinillo SMR 58 por haber demostrado en ésta investigación, los mejores resultados en cuanto a altura de la planta, número de frutos por planta, diámetro del fruto, peso del fruto y rendimiento por 1 m².
- Para el cultivo de pepinillos en carpa solar, se recomienda utilizar el fertilizante foliar vigortop en una dosis de 5%, ya que dosis mayores o menores reportaron menores rendimientos comparados con ésta concentración.
- Se recomienda replicar el estudio con diferentes variedades de pepinillo.
- Finalmente, se recomienda utilizar bioinsumos, para contribuir a la disminución del uso de agroquímicos, proteger la salud de los agricultores y consumidores, y generar sistemas productivos ecológicos y sostenibles.

8. BIBLIOGRAFÍA

AGUADO, G., 2002. Guía del pepino suelo en invernadero frío. Guía informativa. Área de invernaderos.

AGROALIMENTACION. 2010. El Cultivo de Tomate (en línea). Canadá. Consultado el 14 de dic. 2015 Disponible en: www.hidroponicos_hortalizas_extratrampranas.htm - 39k-. CAMARA AGROPECUARIAAGROINDUSTRIA DE EL SALVADOR. <http://www.camagro.com>

ALCÁNTAR, G. y TREJO, L. 2007. Nutrición de cultivos. Editorial Mundi- Prensa. México D.F. – México. 438 pp.

CALLISAYA, Q. 2017. Efecto agronómico de la aplicación foliar de microorganismos eficientes (EM), en dos variedades de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), bajo ambiente controlado en el Municipio de Achocalla. Tesis de Grado. La Paz, BO.

CASACA, A. 2005. El cultivo del pepino 15. Guías tecnológicas de frutas y vegetales. Proyecto de modernización de los servicios de tecnología agrícola PROMOSTA. Banco Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) Costa Rica.13p.

CASTILLA, N., BRETONES, F. 1983. El pepino en invernadero. Recopilación de ensayos. Caja rural provincial de Almería - Madrid. 61p.

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

- CHILON, E. 1997. Manual de fertilidad de suelos y nutrición de plantas. CIDAT. 1ra Impresión. La Paz, Bolivia. p.41- 47,185.
- CIMMYT (centro internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, ME). Manual metodológico de evaluación económica, México Distrito Federal, 29,31, 32, 33, 76p.
- ESTRADA, P. 1990. Bioabonos. Consultado el 10 de mayo de 2017, disponible en: <http://www.org.Cuba/e/data/pf/s8.htm>
- FAO, 2002. Los Fertilizantes y su Uso. Una guía de bolsillo para los oficiales de extensión. Cuarta edición. Roma, Italia. 87 pp.
- FELIX, 2014. Producción de pepinos bajo invernadero. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, agrícolas y pecuarias. Folleto técnico. México. 56 p.
- FORNARIS, G. 2001. Conjunto tecnológico para la producción de pepinillo de ensalada. Guía técnica. Colegio de ciencias agrícolas. Universidad de Puerto Rico. Puerto Rico. 17p.
- GARCIA, F.; HONDA, K. y GAONA, J. 2000. Cultivo de pepino de riego. Investigaciones forestales, agrícolas, y pecuarias. Centro de investigaciones regional del campo experimental Zacatepec. Desplegable informativa N° 20. Zacatepec - México. 6p.
- GONGORA, E. 2008. Producción orgánica de tres variedades de pepino bajo condiciones de invernadero. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería. Especialidad en ingeniería de invernaderos. Santiago de Querétaro - México.

GUÍA TÉCNICA. Cultivo del pepinillo N° 17 (en línea). Consultado el 21 de sept. de 2017. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/uploads/documentos/Guia%20pepino%202003.Pdf>

GUZMÁN, G. 2000. Comportamiento Agronómico en tres Variedades de Cebolla (*Allium cepa* L.) con la aplicación de cuatro Abonos Orgánicos en la zona de Cota-Cota. Tesis de Grado. La Paz. BO.

HARTMMAN, L. 1990. Invernaderos y Ambientes atemperado. Fundación Alternativas de Desarrollo. ed. Offset Boliviana Ltda., La Paz – Bolivia. 131p.

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

IBTEN. 2016. Ministerio de Hidrocarburos y Energía. Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear. Centro de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares. Unidad de Análisis y Calidad ambiental. Análisis Físico Químico de Abonos. La Paz, Bolivia. 1 p.

INE (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA). 2014. Estadísticas climatológicas e Informes de la producción agrícola (en línea). La Paz, BO. Consultado 27 jul. 2016. Disponible en: www.ine.gov.bo

INFOAGRO, BO. 2010. Cultivo del pepino (en línea). La Paz. BO. Consultado el 10 oct. 2017. Disponible en: <http://www.infoagro.com>.

JIMÉNEZ, A. 2010. Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa productora de pepinillo, en la parroquia Sangolqui, cantón Rumiñahui;. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas. Quito - Ecuador.

LOPEZ, M., 1994. Horticultura. ed. Trillas, impreso en México. 144 p.

- MAMANI, F. 2006. Uso del abono residual urbano como insumo de producción de pepinillo (*Cucumis sativus*) El Alto. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 75 p.
- MARTÍNEZ, S. 2001. Pepinillo de Ensalada. Universidad de Puerto Rico (en línea). Consultado el 14 de sept. 2017. Disponible en: <http://apps.fao.org/faostat>
- MAYDANA, F. 2015. Evaluación del ritmo de crecimiento y desarrollo de dos variedades de pepinillo (*Cucumis sativus*) a diferentes niveles de abono de ovino y su efecto sobre el suelo, en ambiente atemperado en la Estación de Cota Cota, La Paz. Tesis de grado. Facultad de agronomía. La Paz Bolivia.
- MAROTO, J. 1995. Horticultura Herbácea Especial. 4ª Edición. Mundi - Prensa. Madrid - España. pp. 37- 41.
- MARULANDA, C. 2003. Hidroponía familiar en Colombia desde el eje cafetalero, Tercera edición. Armen – Colombia. pp. 85-89.
- OCHOA, R. 2009. Diseños Experimentales. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 263 p.
- ORTUÑO, N., NAVIA, O., MEDRANO, A., ROJAS, K., TORRICO, L. 2010. Revista de Agricultura, “Desarrollo de bioinsumos: Un aporte a la soberanía alimentaria de Bolivia”. Fundación PROINPA; Universidad Católica de Cochabamba; Universidad Mayor de San Simón. Bolivia. 30 p.
- PETOSEED. 1992. Cultivo del pepinillo para Picle, Petoseed CO. 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.

- PROINPA, 2007. Revista de Agricultura Desarrollo de Bioinsumos: un Aporte a la Soberanía Alimentaria de Bolivia Cochabamba, Bolivia. pp. 31.
- PROINPA. 2012. Folleto informativo de Vigortop. Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA). Oruro, Bolivia. 1 - 2 p.
- RAMOS, R 2000. Aplicación de sustancias húmicas comerciales como productos de acción bioestimulantes. Efectos frente al estrés salino. Tesis de doctorado. Alicante, España. Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante. 335 p.
- RECHE, J. 2011. Cultivo del pepino en invernadero. ed. ministerio ambiente y medio Rural y marino. Madrid - España. 261p.
- REHFRISCH V.; TOALA N.; VELEZ, J. 2012 Proyecto para el cultivo y exportación de pepinillo. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Instituto de ciencias humanísticas y económicas. Especialidad Finanzas. Guayaquil - Ecuador. 176 p.
- RODRÍGUEZ, M. 1991. Fisiología Vegetal, ed. Los Amigos del Libro, Cochabamba - Bolivia. 126, 135, 240p.
- ROJAS, F. 2008. Botánica Sistemática. Texto oficial Facultad de Agronomía. de la Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 14 p.
- SENAMHI. 2015. Centro Nacional de Meteorología e Hidrología. (en línea). La Paz, Bolivia. Consultado el 5 de ene. Disponible en: <http://www.senamhi.gob.bo/meteorologia/boletinmensualprecipitacion>
- SERRANO, Z. 1979. Cultivo de Hortalizas de Invernadero, Barcelona, España. AEDOS. 89 – 251 pp.

- SUQUILANDA, M. 1984. Cultivos asociados en el Ecuador: una experiencia. IV Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Centro Regional de Investigaciones, Obonuco, Pasto, ICA, Co. pp 79-80.
- TISCORNIA, J. 2000. Hortalizas de fruto, ed. Albatros Buenos Aires, Argentina. 95, 96, 97p.
- USAID - RED, 2007. Producción de pepino. Manual de producción. Proyecto de diversificación económica rural.
- VALADEZ, A. 1993. Producción de Hortalizas. Editorial. LIMUSA, S.A. de C.V. México. España. Venezuela. Argentina. 258 - 269 p.
- VAN HAEFF, J.; BERLIJN, J. 1997. "Horticultura". 6ta reimpresión. Editorial Trillas. México, D.F. p. 39 – 81.
- VÁZQUEZ, E. 1987. Fisiología vegetal. Nutrición de las plantas, Nutrición mineral. Editorial PUEBLO. Ciudad de la Habana. 138 – 157 p.
- YAGUACHE P., 2014. Estudio del comportamiento agronómico de cuatro híbridos de pepino (*Cucumis sativus*); bajo un programa de corte en estado de pepinillos para exportación, en la zona de Babahoyo. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Los Ríos, Ecuador.
- ZAMUDIO B., REYES A. 2014. Producción de pepino bajo invernadero en valles altos del Estado de México.

Anexo 1. Semillas de Pepinillo



A) SMR 58



B) Eureka

Anexo 2. Emergencia de las plantas de pepinillo



Anexo 3. Plantas de pepinillo con dos hojas verdaderas



Anexo 4. Plantas de pepinillo en fase de floración



Anexo 5. Plantas de pepinillo en fase de fructificación



A) Sobre brotes laterales



B) Sobre el tallo

Anexo 6. Toma de datos



A) Longitud



B) Diámetro



C) Peso

Anexo 7. Tabla del Rendimiento ajustado

VARIETADES PEPINILLO	Nivel FERTILIZANTE	Tratamiento	Rendimiento (kg/m ²)	Ajuste 10%	Rend. Ajus. (kg/m ²)
EUREKA	0% VIGORTOP	T1	1.79	0.18	1.61
EUREKA	3% VIGORTOP	T2	1.35	0.13	1.21
EUREKA	5% VIGORTOP	T3	2.20	0.22	1.98
EUREKA	7% VIGORTOP	T4	1.81	0.18	1.63
SMR-58	0% VIGORTOP	T5	3.48	0.35	3.14
SMR-58	3% VIGORTOP	T6	2.83	0.28	2.55
SMR-58	5% VIGORTOP	T7	3.86	0.39	3.47
SMR-58	7% VIGORTOP	T8	3.76	0.38	3.39

1KG = 5 BS

Anexo 8. Cálculo del Beneficio bruto

VARIETADES PEPINILLO	Nivel FERTILIZANTE	Tratamiento	Rend. Ajus. (kg/m ²)	Precio Bs/kg	Beneficio B (Bs/m ²)
EUREKA	0% VIGORTOP	T1	1.61	5.00	8.04
EUREKA	3% VIGORTOP	T2	1.21	5.00	6.06
EUREKA	5% VIGORTOP	T3	1.98	5.00	9.92
EUREKA	7% VIGORTOP	T4	1.63	5.00	8.13
SMR-58	0% VIGORTOP	T5	3.14	5.00	15.68
SMR-58	3% VIGORTOP	T6	2.55	5.00	12.74
SMR-58	5% VIGORTOP	T7	3.47	5.00	17.36
SMR-58	7% VIGORTOP	T8	3.39	5.00	16.94

Anexo 9. Tabla de Costos variables

VARIETADES PEPINILLO	Nivel FERTILIZANTE	SEMILLA Y VIGORTOP	Mano de obra y riego	Comerc.	TOTAL Bs/m2
EUREKA	0% VIGORTOP	1.60	1.20	0.80	3.60
EUREKA	3% VIGORTOP	1.60	1.20	0.80	3.60
EUREKA	5% VIGORTOP	1.60	1.20	0.80	3.60
EUREKA	7% VIGORTOP	1.60	1.20	0.80	3.60
SMR-58	0% VIGORTOP	1.70	1.20	0.80	3.70
SMR-58	3% VIGORTOP	1.70	1.20	0.80	3.70
SMR-58	5% VIGORTOP	1.70	1.20	0.80	3.70
SMR-58	7% VIGORTOP	1.70	1.20	0.80	3.70

Anexo 10. Tabla de Costos de producción (CP)

VARIETADES PEPINILLO	Nivel FERTILIZANTE	Tratamiento	CF Bs/m2	CV Bs/m2	CP Bs/m2
EUREKA	0% VIGORTOP	T1	1.60	3.60	5.20
EUREKA	3% VIGORTOP	T2	1.60	3.60	5.20
EUREKA	5% VIGORTOP	T3	1.60	3.60	5.20
EUREKA	7% VIGORTOP	T4	1.60	3.60	5.20
SMR-58	0% VIGORTOP	T5	1.60	3.70	5.30
SMR-58	3% VIGORTOP	T6	1.60	3.70	5.30
SMR-58	5% VIGORTOP	T7	1.60	3.70	5.30
SMR-58	7% VIGORTOP	T8	1.60	3.70	5.30

Anexo 11. Tabla de Beneficios netos

VARIETADES PEPINILLO	Nivel FERTILIZANTE	Tratamiento	Cost. Prod. Bs/m ²	Benef. Brut. Bs/m ²	Benef. Net. Bs/m ²
EUREKA	0% VIGORTOP	T1	5.20	8.04	2.84
EUREKA	3% VIGORTOP	T2	5.20	6.06	0.86
EUREKA	5% VIGORTOP	T3	5.20	9.92	4.72
EUREKA	7% VIGORTOP	T4	5.20	8.13	2.93
SMR-58	0% VIGORTOP	T5	5.30	15.68	10.38
SMR-58	3% VIGORTOP	T6	5.30	12.74	7.44
SMR-58	5% VIGORTOP	T7	5.30	17.36	12.06
SMR-58	7% VIGORTOP	T8	5.30	16.94	11.64

Anexo 12. Tabla de Beneficio/Costo

VARIETADES PEPINILLO	Nivel FERTILIZANTE	Tratamiento	Cost. Prod. Bs/m ²	Benef. Brut. Bs/m ²	B/C (Bs)
EUREKA	0% VIGORTOP	T1	5.20	8.04	1.55
EUREKA	3% VIGORTOP	T2	5.20	6.06	1.17
EUREKA	5% VIGORTOP	T3	5.20	9.92	1.91
EUREKA	7% VIGORTOP	T4	5.20	8.13	1.56
SMR-58	0% VIGORTOP	T5	5.30	15.68	2.96
SMR-58	3% VIGORTOP	T6	5.30	12.74	2.40
SMR-58	5% VIGORTOP	T7	5.30	17.36	3.27
SMR-58	7% VIGORTOP	T8	5.30	16.94	3.20

Anexo 13.1. Análisis de suelo

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: S03/16

INFORME DE ENSAYO EN SUELOS S 03/16

Cliente: FACULTAD DE AGRONOMÍA
Dirección del cliente: C/30 de Cota Cota - Campus universitario
Procedencia de la muestra: La Paz
Provincia: Murillo
Departamento: La Paz
Punto de muestreo: Carpas agrícolas - Cota Cota
Responsable del muestreo: Univ. Fernando Uchazara
Fecha de muestreo: 10 de febrero de 2016
Hora de muestreo: 10:30
Fecha de recepción de la muestra: 10 de febrero de 2016
Fecha de ejecución del ensayo: Del 10 al 22 de febrero, 2016
Caracterización de la muestra: Suelo
Tipo de muestra: Simple
Envase: Bolsa plástica
Código LCA: 3 - 2
Código original de muestra: M2 -CECC-01



Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	M2 -CECC-01 3 - 2
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	5,9
Conductividad eléctrica	ASPT 5	µS/cm	1,0	993
Acidez intercambiable	ISRIC 11	cmolc/kg	0,050	0,071
Sodio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,00083	0,31
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,32
Calcio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,016	11
Magnesio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,00083	4,2
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P/mg*kg-1	1,5	71
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,29
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	40
Limo	DIN 18 123	%	1,1	34
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	26
Clase textural	DIN 18 123			Franco

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

- * Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
- * La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, marzo 21 de 2016

Ing. Jaime Chincheros Paniagua
Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental



CC: Auditeo
JChela

Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf/Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

Anexo 14.2. Análisis del fertilizante foliar (Vigortop)



MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE ABONOS

INTERESADO : Fernando Uchazara
PROCEDENCIA : Departamento LA PAZ,
Provincia MURILLO

N° SOLICITUD: 157 / 2016
FECHA DE RECEPCION : 16 / Febrero / 2016
FECHA DE ENTREGA : 8 / Abril / 2016

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

PRODUCTO : MUESTRA DE FERTILIZANTE

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
735-01 /2016	Nitrógeno	0.010	% N	Kjeldahl
735-02 /2016	Fósforo	0.001	% P	Espectrofotometría UV Visible
735-03 /2016	Potasio	0.025	% K	Emisión atómica
735-04 /2016	Carbono orgánico	0.775	%	Walkley Black
735-05 /2016	Calcio	0.005	% Ca	Absorción atómica
735-06 /2016	Magnesio	0.002	% Mg	Absorción atómica
735-07 /2016	Hierro	22.33	ppm Fe	Absorción atómica
735-08 /2016	Cobre	0.35	ppm Cu	Absorción atómica
735-09 /2016	Manganeso	0.32	ppm Mn	Absorción atómica
735-10 /2016	Zinc	2.32	ppm Zn	Absorción atómica
735-11 /2016	Sodio	0.16	% Na	Emisión atómica
735-12 /2016	pH (1:1)	5.29	-	Potenciometría
735-13 /2016	Conductividad eléctrica	6.11	mS / cm	Potenciometría

OBSERVACIONES.- Resultados en base húmeda.



RESPONSABLE DE LABORATORIO
JOSÉ OLANZA C.

Of. Av. 6 de Agosto 2007 - 060000 - 060000 - 060000 - 060000 - 060000, La Paz - Bolivia/Cofia 4821, Tel. 2800005 CN-Viacha, E-mail: ibten@emiten.bo * Página Web: www.ibten.gov.bo