



Manejo fitosanitario integrado en asociación de hortalizas bajo invernadero

Polit Suquilanda, Cristina Lisseth

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Vaca Pazmiño, Eduardo Patricio Mgs.

17 de marzo del 2022

Reporte verificación de contenido

TESIS_CRISTINA POLIT_COPYLEAKS.docx
Scanned on: 19:20 March 16, 2022 UTC

Overall Similarity Score: 4.7%

Issues Found: 30

Total Words in Text: 9941

Identical Words	244
Words with Minor Changes	84
Paraphrased Words	139
Coincided Words	28

COPLYEAKS Website | Education | Business

TESIS_CRISTINA POLIT_COPYLEAKS.docx Scanned on: 19:20 March 16, 2022 UTC

Results

The results contain any documents we have found that include words with identical minor changes, and paraphrased text to your document's documents.

- [F-ED-ES-08118.pdf](#)
Identical to authors and authors in your work.
- [La Revolución LED en \(re\)voluciones a prueba de resaca...](#)
Identical to authors and authors in your work.
- [...](#)
Identical to authors and authors in your work.
- [...](#)
Identical to authors and authors in your work.
- [Legencia interna uruguayana](#)
Identical to authors and authors in your work.
- [...](#)
Identical to authors and authors in your work.

COPLYEAKS Website | Education | Business

TESIS_CRISTINA POLIT_COPYLEAKS.docx Scanned on: 19:20 March 16, 2022 UTC

- [Carrickmore | Soluciones y Servicios en Aire | Jallisco](#)
- [Carrickmore | Soluciones y Servicios en Aire | Jallisco](#)
- [...](#)
- [...](#)
- [...](#)
- [...](#)
- [1. "EVALUACIÓN AGRIENOMICA BAJO COBERTA DE TRES HES..."](#)
- [...](#)
- [...](#)

COPLYEAKS Website | Education | Business

TESIS_CRISTINA POLIT_COPYLEAKS.docx Scanned on: 19:20 March 16, 2022 UTC

- [Trabajo de Titulación.pdf](#)
- [...](#)
- [...](#)
- [...](#)
- [4. DIVISION_3.pdf](#)
- [...](#)
- [Microsoft Word - Efecto De Diferencia Sistemas De Cálculo S...](#)

COPLYEAKS Website | Education | Business



Es emitido electrónicamente por:
**EDUARDO
 PATRICIO VACA
 PAZMIÑO**

Ing. Eduardo Patricio Vaca Pazmiño Mgs.

DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**Manejo fitosanitario integrado en asociación de hortalizas bajo invernadero**” fue realizado por la señorita **Polit Suquilanda, Cristina Lisseth** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Santo Domingo, 17 de marzo de 2022

Firma:



Ing. Eduardo Patricio Vaca Pazmiño Mgs.

C. C. 180212735-5



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Polit Suquilanda, Cristina Lisseth**, con cédula de ciudadanía N°1717244022, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: "**Manejo fitosanitario integrado en asociación de hortalizas bajo invernadero**" es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo, 17 de marzo de 2022

Polit Suquilanda, Cristina Lisseth

C.C.: 1717244022



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Polit Suquilanda, Cristina Lisseth** con cédula de ciudadanía N°1717244022, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **"Manejo fitosanitario integrado en asociación de hortalizas bajo invernadero"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Santo Domingo, 17 de marzo de 2022

Polit Suquilanda, Cristina Lisseth

C.C.: 1717244022

Dedicatoria

A DIOS y a mi familia por ser mi pilar fundamental.

¡Los amo!

Cristina Polit

Agradecimiento

A DIOS por estar conmigo en cada momento.

A mis padres, Marcos Polit y Martha Suquilanda por todo su apoyo incondicional y sacrificio en todos estos años, son y serán los mejores padres.

A mis hermanos Eduardo y Andrés por llenarme siempre de fortaleza, fe y confianza en mí.

A mi hija Kaley Martina por su amor, ternura, paciencia y por ser mi principal motivación e impedirme desertar esta noble carrera.

A mi pareja Alan N por su amor y por siempre creer en mí.

A mis buenos amigos Anita S, Priscila P, Diego C, Alex R por hacer tan llevadera nuestra carrera universitaria y por compartir momentos inolvidables, los llevaré en mi corazón

Agradezco a todos mis docentes durante todos estos años por impartir sus conocimientos y experiencias.

Un agradecimiento especial al Ing. Patricio Vaca por haberme guiado a realizarme profesionalmente, y ser mi tutor en este maravilloso trabajo de titulación.

A las mujeres más espectaculares que conocí en esta prestigiosa institución, Dra. Sandra Naranjo, Katty Medina, Mayrita Díaz y Dra. Sungey Sánchez por haberme brindado tanto apoyo, amor y paciencia

¡Gracias a todos!

Cristina Polit

Índice de contenidos

Carátula.....	1
Reporte verificación de contenido.....	2
Certificación.....	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Índice de contenidos.....	8
Índice de tablas	13
Índice de figuras	15
Resumen.....	17
Abstract	18
Capítulo I.....	19
Introducción.....	19
Capítulo II.....	21

Revisión de literatura.....	21
Descripción de las hortalizas estudiadas durante la investigación	21
El Pimiento.....	21
Tomate Cherry	26
Tomate riñón.....	28
Productos utilizados.....	34
Silicato de potasio (Silik vell)	34
Fosetil aluminio (Aliette).....	35
Ácidos fúlvicos (Solum F-30).....	35
Jabón potásico (Protec K)	35
Adhesivo para insectos (Biotac)	36
Extracto de algas (Seaweed extract).....	36
Invernaderos y sus complementos	36
Extractores o sistemas de ventilación	37
Lámparas de luces LED	37
Tensiómetro (Irrrometer – SR).....	37
Malla antitrips.....	38
Hidrotermómetro	38
Sistema de fertirriego.....	38
Riego presurizado.....	39

	10
Capítulo III.....	40
Materiales y métodos	40
Ubicación del área de investigación.....	40
Ubicación Política.....	40
Ubicación Geográfica.....	40
Ubicación Ecológica.....	41
Materiales.....	42
Establecimiento y manejo del ensayo	42
Métodos.....	43
Estadística descriptiva	43
Metodología.....	45
Construcción del invernadero.....	45
Sistema de riego	45
Formación de las camas	46
Implementación de instrumentos en el invernadero	46
Preparación y distribución de trampas fotocromáticas	46
Distancia de siembra.....	47
Número de plantas.....	47
Tutoreo	47
Variables medidas	48

Porcentaje de mortalidad después de la siembra	48
Incidencia de las plagas	48
Incidencia de enfermedades	48
Días a la floración	49
Días al cuaje de frutos	50
Días a la cosecha.....	50
Flores por planta	50
Frutos por planta.....	50
Kilogramos de producción por planta	50
Cantidad de insumos utilizados.....	51
Análisis Costo-Beneficio.....	51
Capítulo IV	52
Resultados y discusiones	52
Resultados	52
Porcentaje de mortalidad después de la siembra.....	52
Incidencia de plagas	54
Incidencia de enfermedades	55
Días de floración	57
Días al cuaje de frutos	58
Días a la cosecha.....	59

Flores por planta	60
Frutos por planta	61
Producción en kilogramos por planta	63
Producción total en kilogramos	65
Rangos de temperatura y humedad relativa del invernadero con la aplicación del termómetro y del extractor	66
Cantidad de insumos utilizados.....	68
Relación Costo/Beneficio	69
Capítulo V	71
Conclusiones y Recomendaciones.....	71
Conclusiones.....	71
Recomendaciones.....	73
Capítulo VI	74
Bibliografía	74

Índice de tablas

Tabla 1 Clasificación taxonómica del pimiento	21
Tabla 2 Valores nutricionales de una porción de 100 g de pimiento fresco	22
Tabla 3 Plagas de importancia en el cultivo de pimiento	24
Tabla 4 Enfermedades de importancia en el cultivo pimiento.....	25
Tabla 5 Requerimientos del cultivo de pimiento bajo invernadero	26
Tabla 6 Clasificación taxonómica del tomate cherry.....	27
Tabla 7 Clasificación taxonómica del tomate riñón	29
Tabla 8 Valores nutricionales de una porción de 100 de tomate fresco.....	30
Tabla 9 Plagas de importancia en el cultivo de tomate.....	32
Tabla 10 Enfermedades de importancia en el cultivo de tomate.....	32
Tabla 11 Requerimientos del cultivo de tomate bajo invernadero.....	33
Tabla 12 Recursos utilizados para el establecimiento y manejo del ensayo.....	42
Tabla 13 Escala de plantas infectadas para establecer la presencia de plagas y enfermedades	49
Tabla 14 Porcentaje de mortalidad después de la siembra	52
Tabla 15 Incidencia de plagas en los cultivos de pimiento, tomate Cherry y tomate riñón asociados bajo invernadero.....	54
Tabla 16 Incidencia de tizón temprano en el manejo integrado en asociación de cultivos bajo invernadero.....	55

Tabla 17 Efectos de la implementación del extractor de aire y la lámpara LED sobre la temperatura y humedad relativa del invernadero.	67
Tabla 18 Cantidad de insumos utilizados en el manejo integrado en asociación de hortalizas bajo invernadero.....	68
Tabla 19 Relación Costo/Beneficio en el manejo integrado en asociación de hortalizas bajo invernadero en dos ciclos productivos anuales.	69

Índice de figuras

Figura 1 Etapas fenológicas del pimiento (<i>Capsicum annuum</i>).....	23
Figura 2 Etapas fenológicas del tomate cherry (<i>Solanum Lycopersicum</i> var. cerasiforme)	28
Figura 3 Etapas fenológicas del tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>).	31
Figura 4 Ubicación geográfica del área de investigación.	40
Figura 5 Ubicación de las unidades experimentales.	44
Figura 6 Porcentaje de mortalidad después de la siembra.....	53
Figura 7 Incidencia de enfermedades (Tizón tardío y <i>Phytophthora</i>) en el manejo en asociación de hortalizas bajo invernadero.	56
Figura 8 Días promedio a la floración en el manejo de hortalizas asociadas bajo invernadero.	57
Figura 9 Días promedio al cuaje de frutos en el manejo de hortalizas asociadas bajo invernadero.	58
Figura 10 Días promedio a la cosecha en el manejo de hortalizas asociadas bajo invernadero.	59
Figura 11 Número de flores por planta en el manejo de hortalizas asociadas bajo invernadero.	60
Figura 12 Frutos por planta en el manejo de hortalizas asociadas bajo invernadero ..	61
Figura 13 Producción en kilogramos por planta en el manejo de hortalizas asociadas bajo invernadero.	63
Figura 14 Producción total (kg) en el manejo de hortalizas asociadas bajo invernadero.	65

Figura 15 Rangos máximos y mínimos de temperatura y humedad relativa, obtenidos a través del hidro termómetro66

Resumen

El manejo fitosanitario integrado en asociación de hortalizas bajo invernadero se realizó en la comuna "El Poste" km 7 ½ de la vía a Puerto Limón (X: 691543,416 m; Y: 9969805,436 m) a 655 msnm, con una temperatura y humedad relativa promedio de 22,8°C y 85% respectivamente. Se evaluó el manejo fitosanitario integrado en la asociación de hortalizas, se determinaron diferentes estrategias de control para el manejo integrado en asociación de hortalizas, evaluando diferentes insumos y dosis para el manejo fitosanitario de hortalizas bajo invernadero; se estableció la relación costo/beneficio de los tratamientos aplicados en las diferentes especies cultivadas. La producción de hortalizas bajo invernadero, permite obtener una buena rentabilidad; sin embargo, el manejo de este tipo de cultivos resulta ser más complejo conforme a la zona de vida donde se desarrolla. Por lo que el control del microclima es crítico durante las etapas de floración y fructificación de las plantas. El cultivo se realizó en un invernadero de 240 m² equipado con un sistema de fertirriego, malla anti trips, extractor de aire, luz led, hidrotérmetro digital, tensiómetros evaluándose tres especies: tomate riñón, tomate cherry y pimiento; en cuanto a los días a la floración, fructificación y cosecha, el tomate riñón, fue el de mayor precocidad. En el análisis costo/beneficio, por cada dólar invertido, el tomate riñón obtuvo \$24,25, seguido por el tomate Cherry con \$81,70 y finalmente el pimiento con \$72,87, lo que indica que la producción de hortalizas orgánicas asociadas bajo invernadero con condiciones controladas resultó ser rentable.

Palabras clave:

- **HORTALIZAS**
- **MANEJO INTEGRADO INVERNADERO**
- **ASOCIACIÓN HORTALIZAS**
- **INVERNADERO**

Abstract

The integrated phytosanitary management in association with greenhouse vegetables was carried out in the "El Poste" commune km 7 ½ of the road to Puerto Limón (X: 691543.416 m; Y: 9969805.436 m) at 655 meters above sea level, with a temperature and average relative humidity of 22.8°C and 85% respectively. The integrated phytosanitary management in the association of vegetables was evaluated, different control strategies were determined for the integrated management in association of vegetables, evaluating different inputs and doses for the phytosanitary management of vegetables under greenhouse; the cost/benefit ratio of the treatments applied to the different cultivated species was established. The production of vegetables under greenhouse, allows to obtain a good profitability; however, the management of this type of crops turns out to be more complex according to the life zone where it is developed. Therefore, microclimate control is critical during the flowering and fruiting stages of plants. The cultivation was carried out in a 240 m² greenhouse equipped with a fertigation system, anti-thrips mesh, air extractor, LED light, digital hydrothermometer, tensiometers, evaluating three species: kidney tomato, cherry tomato and pepper; Regarding the days to flowering, fruiting and harvest, the kidney tomato was the one with the highest precocity. In the cost/benefit analysis, for every dollar invested, the kidney tomato obtained \$24,25, followed by the Cherry tomato with \$81,70 and finally the pepper with \$72,87, which indicates that the production of associated organic vegetables under greenhouse under controlled conditions it turned out to be profitable.

Keywords:

- **VEGETABLES**
- **INTEGRATED GREENHOUSE MANAGEMENT**
- **VEGETABLES ASSOCIATION**
- **GREENHOUSE**

Capítulo I

Introducción

En Ecuador, la producción de tomate (Fray & Suntaxi, 2021) manifiestan que en el país obtuvo 38 438 Tm en una superficie de 2 653 ha durante el año 2020; mientras que, en cuanto a pimiento, se produjeron 8 180 Tm distribuidas en 2 142 a nivel nacional (Mendoza, 2020).

Sin embargo, existen ciertos factores externos que son un problema innato para el desarrollo del cultivo de este tipo de solanáceas, ya que, debido a su alta susceptibilidad frente a las plagas y enfermedades, pueden ocurrir pérdidas que van del 30 al 40% en la producción (Ahmad, y otros, 2019). Por lo cual, la búsqueda de alternativas sostenibles para el control de estos factores es un accionar constante dentro de la horticultura.

(Garcia, 2020), menciona que el manejo integrado en los cultivos bajo invernadero, es una metodología que nos permite implementar procedimientos aceptables desde el punto de vista ecológico, químico y económico para controlar plagas y enfermedades, haciendo una combinación de productos fitosanitarios, organismos beneficiosos y prácticas culturales, como la selección varietal, fertiirrigación, trampas fotocromáticas, entre otros.

La finalidad del manejo integrado fitosanitario es tener un control adecuado y eficaz para las plagas y enfermedades que puedan presentarse en cultivos de mayor importancia económica como el tomate y pimiento bajo invernadero, ya que lo ideal es mantener poblaciones de organismos perjudiciales por debajo del umbral económico

Actualmente, el tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*) es el segundo cultivo hortofrutícola en importancia económica después de la papa, con un aproximado de 182,3 millones de toneladas de frutos de tomate producidos en 4,85 millones de ha cada año (FAOSTAT, 2019). Esta hortaliza es cultivada para fruta fresca y productos

procesados. Los tomates contienen muchos compuestos que promueven la salud, incluidas vitaminas, carotenoides y compuestos fenólicos (Quinet, y otros, 2019).

En cuanto a su consumo, este se concentra en China, India, África del Norte, Medio Oriente, EE. UU. y Brasil con valores per-cápita que oscilan entre 61,9 y 198,9 kg per cápita (FAOSTAT, 2019); de esta especie, se deriva el tomate Cherry, que posee un alto nivel de betacaroteno y licopeno, así como una apariencia bastante atractiva para la cocina gourmet (López E. , 2019).

El pimiento (*Capsicum annuum*), es una de las hortalizas más consumidas en el mundo por sus características nutricionales y contenidos antioxidantes, siendo la especie más cultivada del género capsicum (Barra & Ortiz, 2020). (Rezaul, y otros, 2021) este cultivo es muy popular en Asia tropical y América ecuatorial, actualmente se producen alrededor de 3,8 millones de hectáreas.

Capítulo II

Revisión de literatura

Descripción de las hortalizas estudiadas durante la investigación

El Pimiento

El pimiento pertenece a la familia de las solanáceas. Se originó en América Central y del Sur (Olatunji & Afolayan, 2019). El cultivo de pimiento, data desde la antigüedad, fue utilizado como condimento por los aborígenes y continúa con el mismo fin en la actualidad (Cabrera & Tapuy, 2021). Conforme a (Rivas, 2021) la distribución del pimiento ocurrió durante los viajes de Cristóbal Colón, quien lo llevó hacia Europa en 1493; lo que habilitó una rápida distribución en el viejo continente durante el siglo XVI.

Clasificación taxonómica.

Tabla 1

Clasificación taxonómica del pimiento

Reino	Plantae
Clase	Magnoliophyta
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Capsicum</i>
Epíteto	<i>Annuum</i>

Nota: Esta tabla presenta la clasificación taxonómica del pimiento, recuperada de: (Rivas, 2021).

Características botánicas. Es una planta herbácea que tiene la capacidad de rebrotar. Puede crecer hasta 2 metros, en función de la variedad. Sus raíces son pivotantes; el tallo principal, suele producir entre 8 y 15 hojas con dos ápices o tres: Las hojas son enteras, lisas y de color verde claro o intenso conforme a la variedad; Las flores son solitarias y de color blanco cremoso; entre tanto, el fruto corresponde a una baya hueca y semi cartilaginosa, esta puede variar en coloraciones desde el verde, rojo, naranja, amarillo hasta el violeta (Rivas, 2021).

Valor nutricional. Según (Cabrera & Tapuy, 2021), el pimiento está compuesto esencialmente de agua, con un mínimo porcentaje de carbohidratos; su aporte en proteínas y vitaminas es destacado por la presencia de pro vitamina A y carotenos; a continuación, se expone la tabla con los valores nutricionales de una porción comestible de pimiento (100 g):

Tabla 2

Valores nutricionales de una porción de 100 g de pimiento fresco

Parámetros	Unidad	Pimiento
Calorías	kcal	23
Agua	%	94
Fibra	G	1,2
Proteínas	g	0,9
Hidratos de carbono	g	3,7
Calcio	mg	12
Fósforo	mg	25
Hierro	%	0,5
Potasio	mg	210
Vitamina A	UI	34
Riboflavina	mg	0,04
Tiamina	mg	0,05
Niacina	mg	0,9

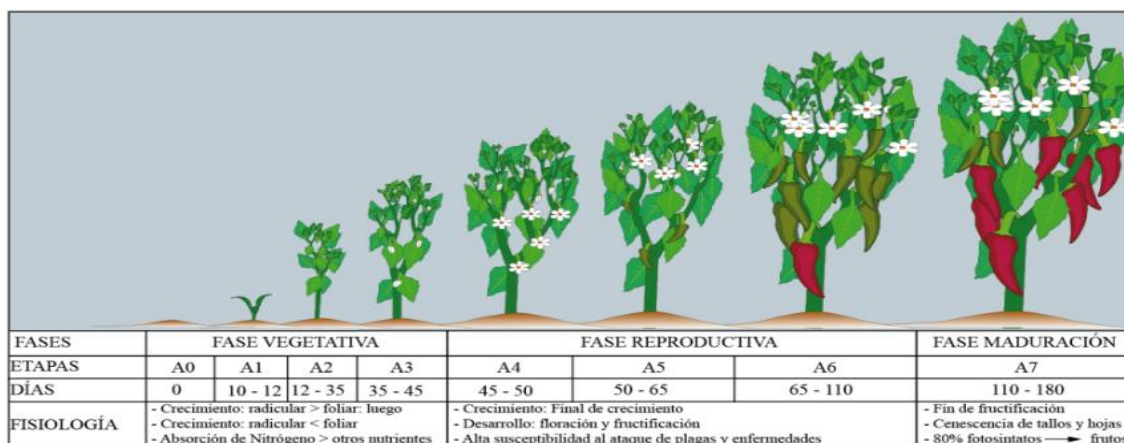
Nota: Esta tabla presenta los valores nutricionales correspondientes a una porción de pimiento (100 g). Adaptado de: (MAPA, 2014).

Variedad de pimiento - Nathalie F1. Es un pimiento de tipo híbrido con cáscara dura, cuando se madura es de color verde-rojo, posee una forma cónica y de pared gruesa. Entre sus características están: cosecha prolongada, alto vigor y rusticidad, larga vida poscosecha, alto rendimiento y resistencia a *Phytophthora Capsici* (Syngenta, 2022).

Etapas fenológicas del pimiento. Según (Buñay, 2017) las etapas fenológicas se basan en los cambios visibles bajo una estrecha relación entre el ambiente y el genotipo. Las tres etapas que se definen con: a) 50% a partir de la siembra hasta que aclareo; b) 75% de aclareo hasta el amarre de frutos; y, b) 100% desde el amarre hasta el final de la cosecha.

Figura 1

Etapas fenológicas del pimiento (*Capsicum annum*).



Nota: Esta figura muestra las diferentes etapas fenológicas del pimiento. Obtenido de: (Machaca, 2017).

Plagas y enfermedades de importancia en el cultivo de pimiento. El pimiento puede ser afectado por plagas o enfermedades; estos reducen el nivel de

calidad y rendimiento por planta, un rápido diagnóstico y la implementación de un manejo óptimo, protegen la producción (Rosa, 2016).

Tabla 3

Plagas de importancia en el cultivo de pimiento

Plaga	Descripción	Opción de Control
Gusanos trozadores (<i>Agrotis ipsilon</i>)	Corta tallos jóvenes	Karate 1 ml/ l
Pulgones (<i>Aphis gossypii</i> , <i>Myzus persicae</i>)	Daños en hojas y frutos	Orthene 100 g/ 200 l
Minador (<i>Liriomiza spp</i>)	Galerías en hojas por larvas de mosca	Methavin 100 g/ 200l New Bt: 2 g/l cada 15 días
Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	Forman cicatrices, en forma de verruga	Suko 1 ml/ l
Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Adultos y larvas generan daños en hojas y frutos	Suko 1 ml/ l Neem X: 2ml/L cada 15 días

Nota: Esta tabla muestra la descripción y opciones de control químico de las plagas que afectan al cultivo de pimiento. Obtenido de: (Jaramillo, 2015).

Tabla 4*Enfermedades de importancia en el cultivo pimiento*

Enfermedad	Descripción	Control
Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	Alta humedad relativa. Presencia de manchas en hojas y frutos de consistencia húmeda y blanda	Lanchero 500 g/200 l Curzate 500 g/200 l Ridomil 500 g/200 l
Tizón (<i>Phytophthora capsici</i>)	Raíces pequeñas muertas por las lesiones de color marrón-negro en las raíces grandes. Empiezan a caerse las hojas	Fosetil Aluminio, TC: 15 (250 g/hl); Propamocarb, TC: 14 (250 cc/hl); Mancozeb + Metalaxil, TC: 7 (250-300 g/hl). Carbendazim 50%, TC: 7 (50-100 cc/hl)
Oidio (<i>Leveillula taurica</i>)	Moho pulverulento de color blanquecino en hojas, frutos y tallos, provocando necrosis y cicatrices hasta ocasionar la muerte de la planta	Azufre: 0,2 a 03%
Virosis	Ataque en forma de mosaico del tabaco. Moteado de color verde amarillento	Eliminar plantas afectadas

Nota: Esta tabla muestra la descripción y opciones de control químico de las enfermedades que afectan cultivo pimiento de pimiento. Obtenido de: (Salguero, 2016).

Requerimiento hídrico del cultivo de pimiento.

Tabla 5

Requerimientos del cultivo de pimiento bajo invernadero

Etapas fenológicas	Etapas del cultivo en días	Pimiento
Vegetativa	1 a 47	115,70 ml
Floración	48 a 59	58,80 ml
Fructificación	60 a 73	74,20 ml
Cosecha	111 a 145	465,60 ml

Nota: Esta tabla muestra los requerimientos de agua por planta de pimiento bajo invernadero. Obtenido de: (Sánchez, Jaraba, Medina, Martínez, & Martínez, 2003).

Tomate Cherry

Al tomate cherry también se lo conoce como cereza, su origen es de Sudamérica; esta hortaliza es propia de climas tropicales y subtropicales. La planta es tipo mata, tallo erguido y ramificado, en su totalidad cubierto de vellosidades (Gordillo, 2017).

Las hojas son compuestas y alternas con un margen dentado, la raíz es pivotante con una estructura ramificada. Las semillas se encuentran inmersas en una pulpa líquida con un agradable sabor y sus frutos se caracterizan por ser muy pequeños (Gordillo, 2017).

Es una especie que tiende a adaptarse de forma promisoriosa en invernaderos fríos; presenta una mayor tasa de inversión en mano de obra, aunque el buen precio de su fruta lo compensa (Córdoba, Gómez, & Núñez, 2018). Conforme a (Hernández, 2011) este tipo de tomate posee un mayor contenido de antioxidantes.

Clasificación taxonómica.

Tabla 6

Clasificación taxonómica del tomate cherry

Reino	Plantae
Clase	Magnoliophyta
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Solanum</i>
Epíteto	<i>Lycopersicum var. cerasiforme</i>

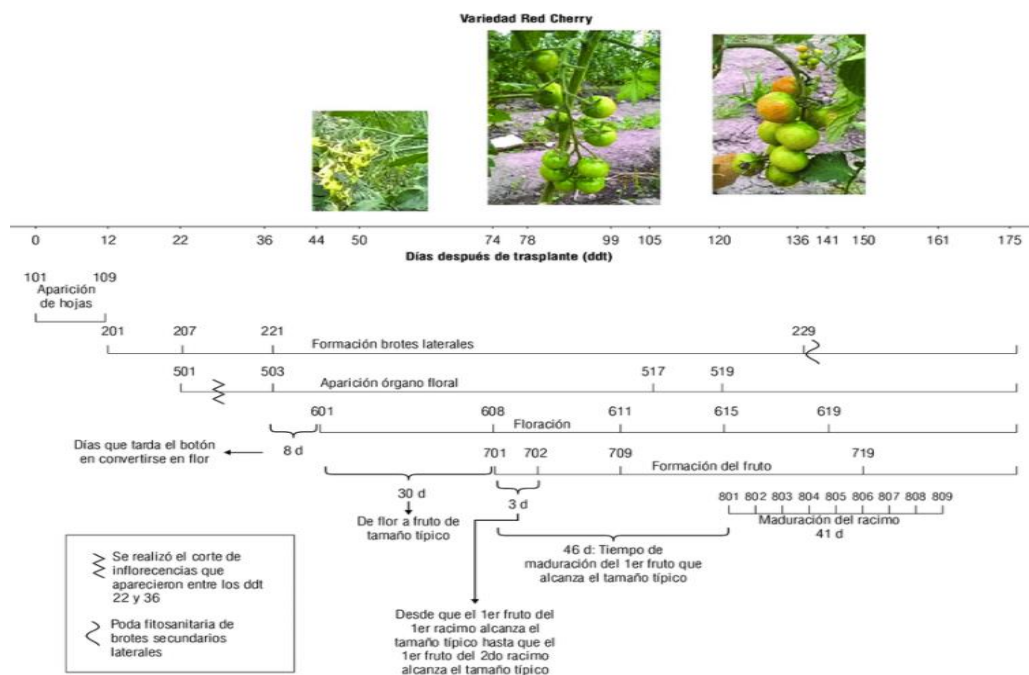
Nota: Esta tabla presenta la clasificación taxonómica del tomate cherry, obtenida de: (López L. , 2016).

Variedad de tomate cherry Híbrido Smarty F1. Es un tomate tipo uva, que posee alta productividad a nivel de campo abierto e invernadero. Se caracteriza por poseer crecimiento indeterminado, madurez relativamente precoz, de estructura vigorosa y con una coloración rojo brillante. Sus frutos pueden llegar a pesar entre 15 y 20 g (HMClause, 2020).

Etapas fenológicas del tomate Cherry.

Figura 2

Etapas fenológicas del tomate cherry (Solanum Lycopersicum var. cerasiforme)



Nota: Esta figura muestra las diferentes etapas fenológicas del tomate cherry. Obtenido de: (Córdoba, Gómez, & Núñez, 2018).

Tomate riñón

En cuanto al lugar de origen y diversificación del tomate, se considera al Perú como centro de origen con dos transiciones que involucran el proceso de diversificación del tomate; la primera en América del Sur, desde la especie silvestre *S. pimpinellifolium* L. hasta una especie parcialmente domesticada *S. lycopersicum* L. var. *cerasiforme*; la segunda transición ocurrió en Mesoamérica de SLC a la especie completamente domesticada *S. lycopersicum* L. var. *lycopersicum* (Ramírez, y otros, 2021).

Clasificación taxonómica.

Tabla 7

Clasificación taxonómica del tomate riñón

Reino	Plantae
Clase	Magnoliophyta
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Solanum</i>
Epíteto	<i>Lycopersicum</i>

Nota: Esta tabla presenta la clasificación taxonómica del tomate riñón. Obtenida de: (Varela, 2018).

Características botánicas. Estas especies son de raíces pivotantes, pueden alcanzar hasta 1,5 metros de profundidad; sin embargo la mayor cantidad de raíces se encuentra entre los primeros cincuenta centímetros de profundidad; las hojas son compuestas y pueden componerse de 5 a 9 folíolos; su consistencia es herbácea, el tallo puede tener entre 2 a 4 cm de diámetro en la parte basal con pelos glandulares y ramificación simpodial; sus flores son amarillas, poseen entre 5 sépalos y pétalos o más, se agrupan a manera de racimo, que se compone de entre 4 a 12 flores aproximadamente.

Mientras que, el fruto tiene la forma de una baya oblonga, deprimida, piriforme o deprimida que puede ser rosada, roja, amarillenta e incluso morada; entre tanto, sus semillas son aplanadas y de color amarillento (Huete & Laguna, 2020).

Valor nutricional. Conforme (Salazar, 2015), el tomate es altamente apetecido para su consumo en fresco, y sus diferentes elaborados: salsas, extracto concentrado o conservado. A esta hortaliza se le atribuye la acción activadora de la secreción gástrica; puesto que, su aroma estimula el apetito, además de su riqueza en ácidos orgánicos y aminoácidos; a continuación, se presenta la tabla

con los valores nutricionales de una porción comestible de tomate (100 g):

Tabla 8

Valores nutricionales de una porción de 100 de tomate fresco.

Parámetros	Unidad	Tomate fresco
Calorías	kcal	19
Agua	%	94
Proteínas	g	0,7
Hidratos de carbono	g	4
Calcio	mg	12
Fósforo	mg	24
Hierro	%	0,4
Potasio	mg	222
Vitamina A	UI	822
Riboflavina	mg	0,04
Tiamina	mg	0,05
Niacina	mg	0,7

Nota: Esta tabla presenta los valores nutricionales correspondientes a una porción de tomate crudo (100 g) (Salazar, 2015).

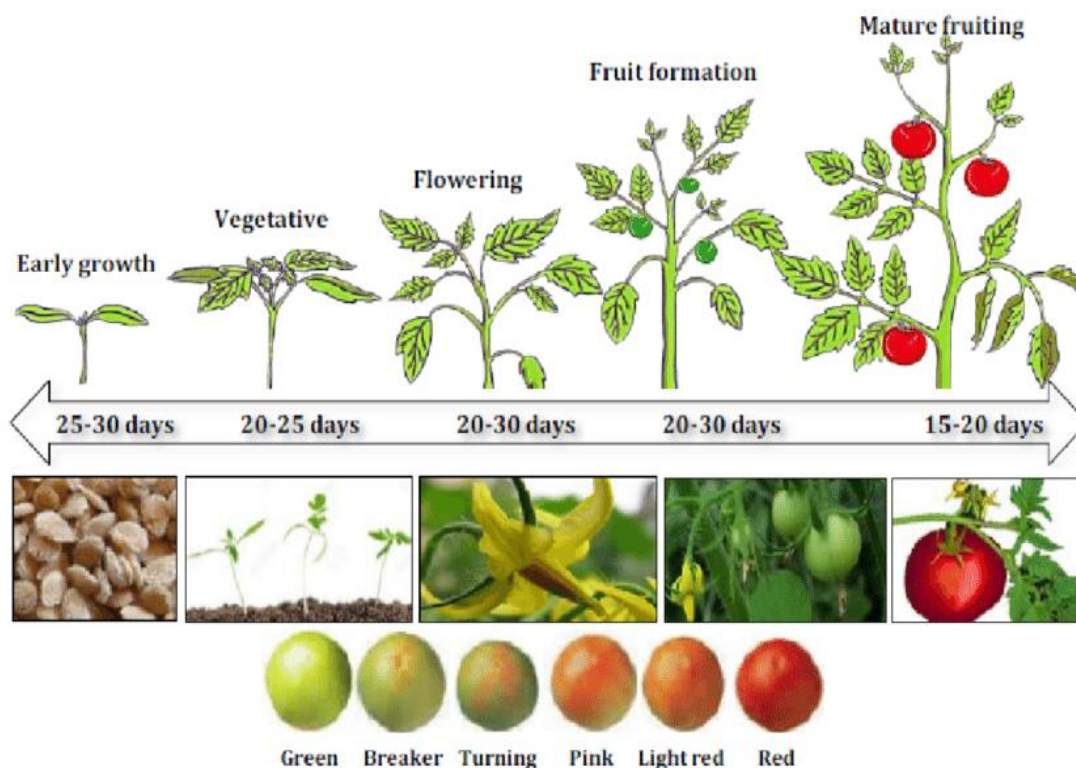
Variedad de tomate riñón - Pietro F1. Corresponde a una planta de porte vigoroso con crecimiento indeterminado, además es compacta con entrenudos cortos y racimos uniformes que pueden producir entre 5 a 7 frutos. Se caracteriza, por mantener el calibre grueso inclusive en racimos superiores, con frutos grandes, semi-redondos y firmes con un peso que va desde 230 g a 250 g; la coloración de los frutos es roja intensa (Gamboa & Quezada, 2021).

Etapas fenológicas del tomate. Según (Fray & Suntaxi, 2021), las etapas fenológicas de esta especie; son influenciadas por las condiciones climáticas y edafológicas, así como también, por la genética del cultivar. En la gráfica que se muestra a continuación, se detallan los días de duración con respecto a: el

crecimiento temprano, la etapa vegetativa, floración, formación de los frutos y la maduración de los frutos:

Figura 3

Etapas fenológicas del tomate (Solanum lycopersicum).



Nota: Esta figura muestra las diferentes etapas fenológicas del tomate. Obtenido de: (Shamshiri, JonesJ, Thorp, & Ahmad, 2018).

Plagas y enfermedades de importancia en el cultivo de tomate. El cultivo de tomate se puede ser afectado por diversas plagas y enfermedades durante su proceso de crecimiento. Si el control no es oportuno, conducirá inevitablemente a una reducción del rendimiento e incluso a la pérdida de la cosecha. Motivo por el cual, es de vital importancia, identificar con precisión las enfermedades y plagas que lo afectan a través del monitoreo oportuno (Liu & Wang, 2020).

Tabla 9*Plagas de importancia en el cultivo de tomate*

Plaga	Descripción	Opciones de Control
Gusanos trozadores (<i>Agrotis ipsilon</i>)	Corta tallos jóvenes	Karate 1 ml/ l
Pulgones (<i>Aphis gossypii</i>)	Daños en hojas y frutos	Orthene 100 g/ 200 l
Minador (<i>Liriomiza spp</i>)	Galerías en hojas por larvas de mosca	Methavin 100 g/ 200l
Polilla del tomate (<i>Tuta absoluta</i>)	Las larvas dañan hojas y frutos	Ambush 100 ml/ 200 l
Nemátodos (<i>Meloidogyne spp.</i>)	Daños en sistema radicular por nodulaciones	Rugby 5 g/planta Uso de materia orgánica

Nota: Esta tabla muestra la descripción y opciones de control químico de plagas que afectan al tomate. Obtenido de: (Salguero, 2016).

Tabla 10*Enfermedades de importancia en el cultivo de tomate.*

Enfermedad	Descripción	Control
Mal del talluelo o Damping off (<i>Phytophthora</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Rhizoctonia</i> y, <i>Phytium</i>)	Mala desinfección del sustrato. Muerte de las plántulas	1g de Captan 80/l + 1 g de Benocarp
Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)	Exceso de temperatura y humedad. Manchas en las hojas	Aliette 100 g/200 l Lanchero 500 g/200 l Ridomil 500 g/200 l
Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	Alta humedad relativa. Presencia de manchas en	Lanchero 500 g/200 l Curzate 500 g/200 l

	hojas y frutos de consistencia húmeda y blanda	Ridomil 500 g/200 l
Fusariosis (<i>Fusarium oxysporum</i>)	Marchitez progresiva en la planta por mala desinfección del suelo	Captan 80/100 l, aplicación al cuello
Marchitez bacteriana (<i>Pseudomonas y Xanthomonas</i>)	Desecación de las hojas	Kasumin 200 cc/200 l Phyton 500 cc/ 200 l
Pudrición bacteriana (<i>Erwinia spp.</i>)	Exceso de humedad provoca pudriciones acuosas y de mal olor	Kasumin 200 cc/ 100 l Phyton 500 cc/ 200 l
Virosis	Ataque en forma de mosaico del tabaco. Moteado de color verde amarillento	Eliminar plantas afectadas
Oídio (<i>Leveillula taurina</i>)	Manchas de color amarillo en el haz de las hojas por falta de humedad y mala ventilación	Nimrod 200 cc/200 l Anvil 200 cc/200 l

Nota: Esta tabla muestra la descripción y opciones de control químico de enfermedades que afectan al tomate. Obtenido de: (Salguero, 2016).

Requerimiento hídrico de del cultivo de tomate.

Tabla 11

Requerimientos del cultivo de tomate bajo invernadero

Etapas fenológicas	Cultivo de tomate
Vegetativa	0,2 l
Floración	0,2 l

Fructificación	1,5 l
Cosecha	1,5 l

Nota: Requerimientos de agua por planta de tomate bajo invernadero. Obtenido de: (Flores, Ojeda, López, Rojano, & Salazar, 2007) y (Sánchez, Jaraba, Medina, Martínez, & Martínez, 2003).

Productos utilizados

Silicato de potasio (Silik vell)

Es un producto que puede aplicarse de forma foliar y radicular; está compuesto por silicio y posee propiedades bioestimulantes, que refuerzan y protegen a las plantas. Los efectos destacados de SILIK VELL, corresponden a: la regulación nutricional y la protección mecánica que ejerce en contra de las agresiones provocadas por factores externos (Reynolds, Padula, Zeng, & Gurr, 2016) manifiestan que, el silicio; por lo general no es considerado esencial para el crecimiento de las plantas, aunque es bien sabido que, en ciertas especies en particular; las poáceas, tienen concentraciones sustanciales de este elemento en sus tejidos vegetales.

En las plantas el silicio es absorbido a través de la corriente de transpiración (absorción pasiva) y transportado a partir de las raíces hasta los brotes como ácido monosilícico, que se deposita posteriormente como sílice vegetal hidratado de forma que no vuelve a re-movilizarse.. Lo que significa una menor incidencia de enfermedades (Vellsam, 2020). La dosis aplicada en el ensayo fue de:

- 2cc/L en etapa de crecimiento, una vez por semana.
- 4cc/L en etapa de floración, una vez por semana.
- 5cc/L en etapa de fructificación, una vez por semana.

Fosetil aluminio (Aliette)

Es un fungicida que se caracteriza por tener completa ascendente y descendente, probada biológicamente y por medios radioquímicos; la sistemia descendente le confiere un carácter único para combatir, por vía foliar, las enfermedades del cuello, tronco y raíces debidas a la phytophthora, como es el caso de la gomosis infecciosa de los cítricos (Bayer, 2019).

La dosis empleada en esta investigación fue de 1gr/l en el cultivo de pimiento, tomate cherry y tomare riñón.

Ácidos fúlvicos (Solum F-30)

Es un producto orgánico, líquido y rico en ácidos fúlvicos. Es excelente complemento a la fertilización convencional basada en el NPK, su uso está enfocado en aplicaciones mediante fertiirrigación, goteo y aspersion (Forcrop, 2012).

Como ventajas tenemos que mejora las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo, incrementa la asimilación de los macro y microelementos en los suelos y aumenta la translocación y actividad nutricional (Forcrop, 2012).

La dosis aplicada en fue por fertiirrigación a razón de:

- 2cc/L en etapa de crecimiento, una vez por semana
- 4cc/L en etapa de floración, una vez por semana
- 5cc/L en etapa de fructificación, una vez por semana.

Jabón potásico (Protec K)

Actúa destruyendo la cutícula protectora de las plagas provocando su muerte, actúa sobre las larvas, y es eficaz en los primeros estadios de desarrollo de la plaga y actúa sobre determinados hongos patógenos (Galarraga, 2021).

La dosis aplicada en la investigación fue:

- 2cc/L en etapa de crecimiento, una vez por semana
- 4cc/L en etapa de floración, una vez por semana
- 5cc/L en etapa de fructificación, una vez por semana.

Adhesivo para insectos (Biotac)

Es un adhesivo no tóxico utilizado en el control de insectos y trampas para el monitoreo de plantas ornamentales y hortalizas, también se la puede utilizar con feromonas. Se la utiliza como una herramienta para en el control integrado de plagas. Funciona las 24 horas del día, atrapando insectos voladores en los cultivos y tiene un efecto residual entre 15 y 30 días.

Extracto de algas (Seaweed extract)

El extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) es considerada como la mejor opción para cultivos de campo, hortalizas, árboles frutales y plantas ornamentales. Posee nutrientes como el calcio, magnesio, azufre, micronutrientes de aminoácidos, citoquininas, giberelinas y auxinas promotoras del crecimiento, además contiene más de 60 nutrientes, especialmente NPK (Edifarm, 2020). Los micronutrientes se encuentran en forma de quelatos naturales (ácidos algínicos y manitol) siendo los que contribuyen con el color y la vitalidad de las plantas (Edifarm, 2020).

Invernaderos y sus complementos

En la actualidad el uso de los invernaderos está enfocado en el desarrollo de cultivos. La ventaja de un invernadero para hortalizas es que el cultivo se desarrolle bajo condiciones ambientales controladas lo cual permite un aumento en su producción. El desarrollo de la tecnología agrícola ha llevado a incluir sistemas de producción que

aumentan los rendimientos como los sistemas de nebulización, extractores y lámparas de luces LED (NOVAGRIC, 2020).

Extractores o sistemas de ventilación

Las cubiertas de los invernaderos limitan la renovación del aire. La protección de las cubiertas de los invernaderos limita la renovación del aire y ralentiza su movimiento en el interior. Una adecuada tasa de transpiración proporciona niveles óptimos de temperatura, déficit higrométrico y concentración de anhídrido carbónico (Earth, 2016). Su funcionamiento tiene el objetivo de generar pequeñas corrientes de aire que permitan mezclar y uniformizar las condiciones del mismo.

Lámparas de luces LED

En invernaderos con ambientes controlados, las lámparas Led se utilizan para compensar la luz solar y extender los tiempos de iluminación para mejorar la producción de los cultivos hortícolas, florícolas y ornamentales. Los recientes avances en tecnología LED de eficiencia energética proporcionan a la industria hortícola múltiples opciones de iluminación; (Jácome O. , 2019), recomienda usar un espectroradiómetro, ya que este instrumento mide la salida de luz en un rango específico de longitudes de onda. Usando este instrumento, se pueden calcular varias relaciones de luz (Jácome O. , 2019).

Tensiómetro (Irrrometer – SR)

Es un instrumento que sirve para medir la tensión del agua del suelo, es medida en kilopascales y centibares; medidas que, muestran la energía que deben invertir las raíces de las plantas para obtener agua desde la solución del suelo. Por lo cual, esta herramienta es de suma utilidad en la toma de decisiones en el uso de los programas de riego y fertirriego. El modelo utilizado en la investigación posee una escala de 0 a

100 kPa, tiene punta de cerámica, se encuentra sellado de manera hermética para resistir en ambientes adversos y su vacuómetro no posee aire (LITHO, 2021).

Malla antitrips

Esta malla sirve como una barrera física que protege a los cultivos de los ataques de insectos tan minúsculos como: trips y mosca blanca; que son transmisores de virosis y otras enfermedades que reducen la producción y calidad de la cosecha; están estructuradas por monofilamentos de alta resistencia que contienen aditivos que las dotan de estabilidad ofreciéndoles así gran resistencia a la tracción y mayor durabilidad gracias al tratamiento UV. Resultan beneficiosas en la producción orgánica, ya que se disminuye el uso de pesticidas en gran medida (Maruplast, 2019).

Hidrotermómetro

Esta herramienta electrónica y digital, permite medir y mostrar la temperatura y la humedad relativa que se presenta en el invernadero, a través del monitoreo constante (UNAM, 2018). Gracias al avance de la tecnología es posible que las lecturas de este instrumento sean reportadas constantemente a celulares o computadoras.

Sistema de fertirriego

La fertirrigación es la técnica que hace más eficiente el uso del agua y nutrientes, ya que son suministrados al mismo tiempo y de manera localizada. Entre las ventajas más notables están el ahorro de agua y fertilizantes, el suministro fraccionado de nutrientes y la mayor eficiencia en el uso de agua. Sin embargo, su mayor limitante está en la inversión inicial, ya que requiere sistemas de riego de alta frecuencia y eficiencia con la finalidad de aprovechar cada gramo de fertilizante aplicado en el riego (INTAGRI, 2021).

Riego presurizado

El riego presurizado, que se utilizó en este caso aplica presión a través de laterales de riego y tuberías hasta llegar a la planta; donde los emisores aplican el riego por goteo. Este sistema posee entre un 90 a 95% de eficiencia, entre sus componentes están: la fuente de abastecimiento, el cabezal de riego, las tuberías de conducción, las válvulas de campo y los laterales de riego (INTA, 2013).

Inyector Venturi. Es la inyección más común en fertirriego, ya que posee una alta eficiencia para la distribución de los fertilizantes; de bajo costo, y de fácil mantenimiento, su diseño se basa en transferir en vacío sustancias, lo que permite proporcionar mezclas óptimas y uniformidad en su distribución, ya que el agua va fluyendo a través de un paso de convergencia que se ensancha y proporciona las condiciones de vacío (TRAXCO, 2016).

Capítulo III

Materiales y métodos

Ubicación del área de investigación

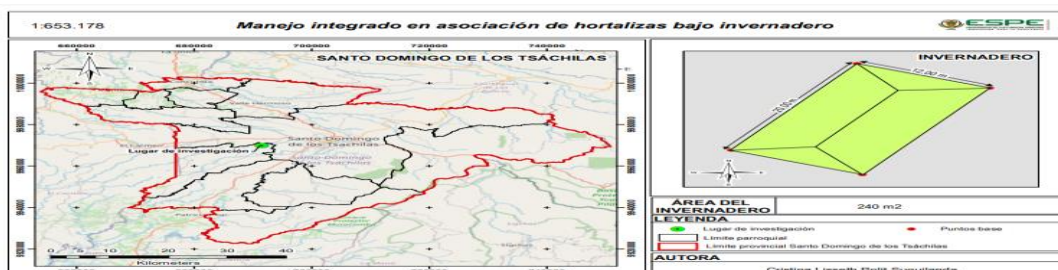
Ubicación Política

País:	Ecuador
Provincia:	Santo Domingo de los Tsáchilas
Cantón:	Santo Domingo
Parroquia:	Puerto Limón
Dirección:	Comuna El Poste

Ubicación Geográfica

Figura 4

Ubicación geográfica del área de investigación.



Nota: En esta figura, se observa la ubicación geográfica del ensayo.

El presente trabajo de investigación se lo desarrolló en la comuna “El Poste”, ubicada en El Km 7½ de Parroquia Puerto Limón, Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón Santo Domingo.

X: 691543,416 m

Y: 9969805,436 m

Altitud: 655 msnm

Ubicación Ecológica

Zona de vida: Bosque húmedo subtropical

Altitud: 655 m.s.n.m.

Temperatura: 22,8 °C

Precipitación: 2700 mm/año.

Humedad relativa: 85%

Heliofanía: 760 h luz/año

Suelos: Franco arenoso

Materiales

Establecimiento y manejo del ensayo

Tabla 12

Recursos utilizados para el establecimiento y manejo del ensayo

Materiales	Insumos	Biológicos
Bomba de 20L	Fertilizantes edáficos	Plantas de pimiento (Nathalie f1)
Balanza	Bioway	Plantas de tomate Cherry (Hibrido Smarty f1)
Cinta tomatera	Aliette	Plantas de tomate (Hibrido Pietro f1)
Alambre galvanizado N°12	Biotac	
Plástico mulch	Silikvell	
Malla Anti-trips	Cal	
Grapadora	Biotac	
Libreta de campo	Solum F30	
Extractor de aire	Seaweed extract	
Lámpara Led BLOMSPECT	Protec K	
Ventiladores	Forcrop P, K, Mg, Ca	
Invernadero (12*20)	Forcrop B, Zn, Mn	
Tanques plásticos 1000 L		
Tutores metálicos en T		
Trampas fotocromáticas		
Hidrotermómetro		
Tensiómetros		
Sistema de riego		

Nota: Esta tabla muestra los materiales e insumos químicos y biológicos utilizados para el establecimiento y manejo de la asociación.

Métodos

Estadística descriptiva

Se aplicó el tipo de estadística descriptiva que permitió organizar, describir, presentar y analizar los datos obtenidos tras el manejo de la asociación de hortalizas bajo condiciones controladas (Escobar, 2011). En los cultivos de pimiento, tomate cherry y tomate riñón bajo invernadero, se evaluaron los días que transcurrieron para la floración, cuaje y cosecha. Así como también, el número de flores, número de frutos por planta y la producción en kilogramos.

El invernadero contó con un total de 328 plantas dónde; el pimiento tuvo 120 plantas distribuidas en dos hileras con 60 plantas por cada fila, dos hileras de tomate cherry con 100 plantas distribuidas en 50 plantas por fila y tres hileras de tomate riñón con 108 plantas, distribuidas en 54 plantas por fila. El número de muestras tomadas de cada especie fue 15 plantas. El invernadero, tiene las siguientes dimensiones:

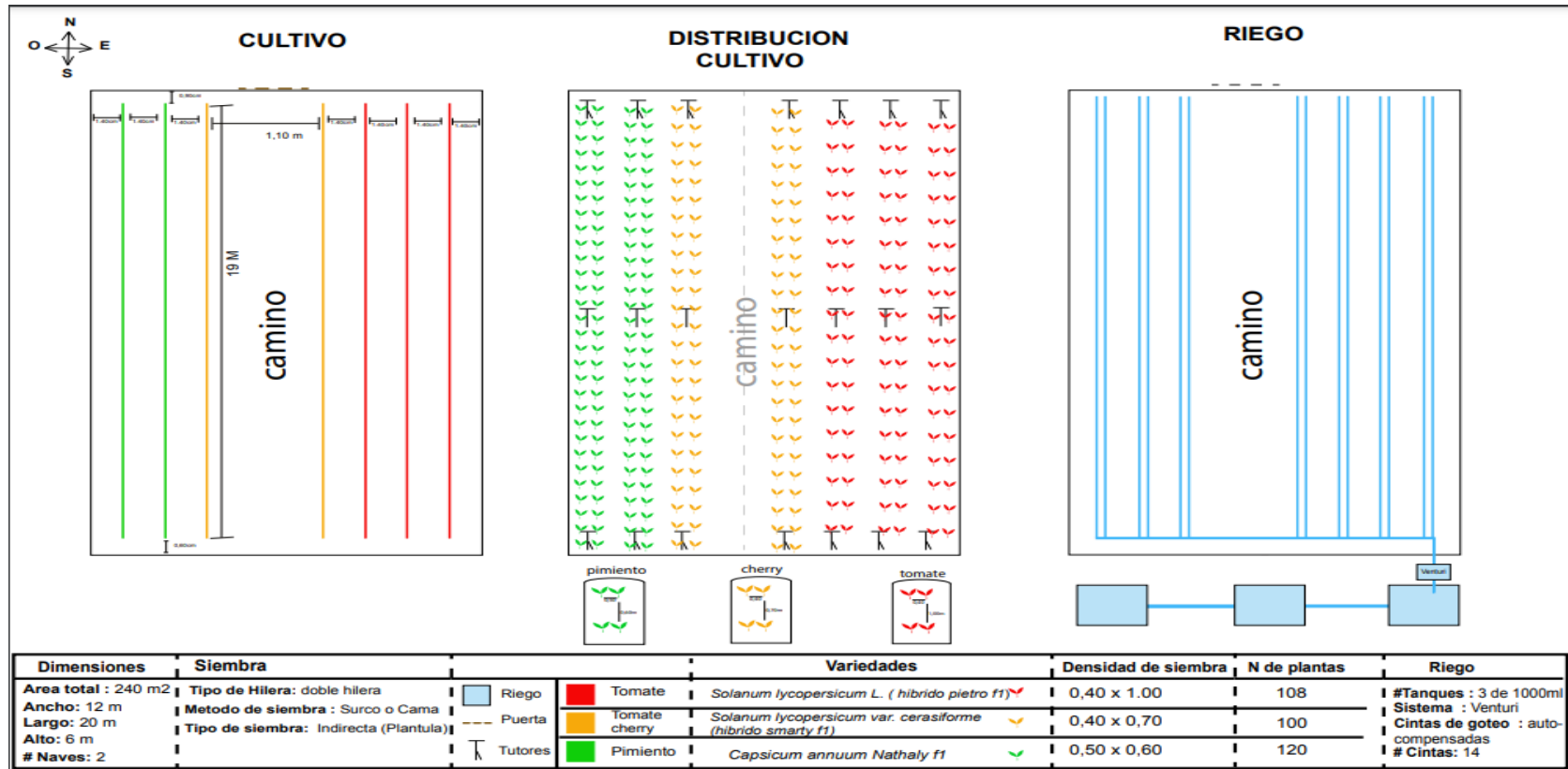
Largo: 20 m

Ancho: 12 m

Área total: 240 m²

Figura 5

Ubicación de las unidades experimentales.



Nota: Se muestra el croquis del invernadero con la distribución de los diferentes cultivos.

Metodología

Construcción del invernadero

Se construyó un invernadero de 240 m², con medidas de 12m x 20m, de área útil se instalaron tutores metálicos, en las paredes del invernadero se colocó malla anti trips y se construyó una entrada tipo serpentin con la misma malla, esto es para dificultar la entrada de los insectos al cultivo.

Sistema de riego

Se instaló un sistema de riego por goteo con mangueras auto compensadas y un sistema Venturi para el fertirriego, el sistema tiene los respectivos filtros para hacer la limpieza del sistema cada semana. En la instalación de las cintas de riego se colocaron llaves para poder realizar una fertilización personalizada por cada tipo de cultivo y así sea más eficiente el sistema en cada una de las etapas vegetativas.

Para la provisión de agua se colocaron 3 tanques recolectores de agua de 1000 litros c/u, y un tanque adicional de 40 L para la mezcla de los fertilizantes para cada uno de los cultivos. En cuanto a las fuentes utilizadas para fertirriego, estas fueron: Urea, KCl, MgSO₄, CaNO₃ y ácido fosfórico, los primeros tres fertilizantes se mezclaron juntos (tanque 1), mientras que el Calcio se aplicó por separado (tanque 2) y el ácido fosfórico (tanque 3). El riego se aplicó a razón de 250 cc/planta en la fase inicial; 500 cc/planta en la etapa vegetativa y 1250 cc/planta en la etapa de producción para todos los cultivos de manera indistinta, siempre considerando la información de los tensiómetros; la distancia entre goteros fue de 20 cm, con lo que se distribuyó un caudal de 2 litros por hora de riego a una presión de 1,5 bares, con lo que se regó 2,5 minutos en etapa inicial; 5 minutos en etapa de desarrollo y 10 minutos en etapa de producción cada día.

Formación de las camas

Se realizó el movimiento del suelo con herramientas y la incorporación de un abono orgánico comercial (Bioway) enriquecido con microorganismos benéficos en 7×10^{10} a relación de cinco toneladas/ha, luego se formaron las camas (7) de 19 metros de largo, al ser el Bioway un producto de mucha actividad biológica se elevó la temperatura del suelo, por lo que fue necesario hacer un movimiento del suelo y aplicar dos riegos a las camas antes de la siembra tres días después de colocar el abono.

Implementación de instrumentos en el invernadero

Se optó por colocar dos tensiómetros marca “irrometer”, esto con la finalidad de dosificar el agua, monitorear la humedad del suelo y racionalizar el uso del agua para el riego. Se instaló también una lámpara de luz LED BLOMSPECT con la finalidad de estimular una mayor y mejor floración y por ende buena fructificación dentro del invernadero.

Se monitoreo desde el inicio de la investigación la humedad y temperatura dentro del invernadero, esto con la ayuda de un hidrotermómetro digital marca Govee que envía la información al teléfono celular y del que se puede obtener los valores máximos y mínimos cada día, y por medio de gráficos conocer la tendencia de estos parámetros.

Se instaló también un extractor de aire marca Broan que mueve un volumen de 3600 m³/hora, se lo ubico estratégicamente en el sector hacia donde más había circulación de corrientes de aire durante la mayor parte del día, con el fin de disminuir la temperatura y humedad dentro del invernadero.

Preparación y distribución de trampas fotocromáticas

Se prepararon 25 marcos de madera de 40 x 50 cm con una lámina de plástico color amarillo en el interior y con la ayuda de una brocha se aplicó el pegante Biotac

diluido en diésel en todas las trampas (Edifarm, 2020). Las cuales, fueron distribuidas a manera de zigzag en toda la plantación con una distancia de 3 m.

La dosis aplicada en las trampas fue de: 1 litro de biotac + 1 litro de diesel.

Distancia de siembra

Para el cultivo de pimiento se utilizó un distanciamiento de 0,5m entre plantas y 0,60 m entre hileras. En el cultivo de tomate cherry el distanciamiento entre planta fue de 0,40m y 0,70m entre hilera y en el cultivo de tomate riñón entre planta se sembró a 0,40m entre plantas y 1,00m entre hilera.

Número de plantas

Se utilizaron 328 plantas distribuidas en un área de 240 m². Se consideró también la instalación de 25 trampas fotocromáticas de plástico color amarillo untadas con un pegante (Biotac).

Tutoreo

Para esto se utilizó alambre #12 galvanizado que se colocó en los tutores de tubo galvanizado en forma de T que fueron soldados previamente, estos se colocaron cada 5 m y a una altura de 2 m; teniendo un total de 7 hileras con 20m de largo cada una de ellas, las plantas fueron sujetadas al alambre con cinta tomatera.

Variables medidas

Porcentaje de mortalidad después de la siembra

Se contabilizó el total de plantas vivas en el ensayo después de 2 días de haberse realizado la siembra, con los datos obtenidos se calculó el porcentaje de mortalidad empleando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de mortalidad} = \frac{\text{Número de individuos muertos al final de la investigación}}{\text{Número de plantas vivas al inicio de la investigación}} * 100$$

Incidencia de las plagas

Se hizo un monitoreo diario para determinar la presencia de insectos en los cultivos, analizando también las trampas fotocromáticas con los insectos que ahí se puedan visualizar. Una vez identificados los insectos presentes en las plantas, se determinó el porcentaje de daño en la planta, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de incidencia} = \frac{\text{Número de hojas infectadas}}{\text{Número total de hojas verdes}} * 100$$

Incidencia de enfermedades

El monitoreo se lo realizó diario, se observaron la presencia de signos de enfermedades presentes en las plantas que estaban en el área de muestreo. Para determinar el porcentaje de incidencia se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de incidencia} = \frac{\text{Número de hojas infectadas}}{\text{Número total de hojas verdes}} * 100$$

Para la evaluación de las enfermedades, se contabilizaron las plantas afectadas, y se utilizó la escala propuesta por el CYMMYT (Luna & Moreno, 2017) y se determinó la incidencia.

Tabla 13

Escala de plantas infectadas para establecer la presencia de plagas y enfermedades

Porcentaje de plantas infectadas	Escala	Incidencia
0% – 29%	1	Baja
30% - 40%	2	Media baja
41% - 60%	3	Media
61% - 80%	4	Media alta
81% - 100%	5	Alta

Nota: Esta tabla muestra la escala de plantas infectadas para establecer la presencia de plagas y enfermedades en la asociación de cultivos bajo invernadero. Obtenido de: (Luna & Moreno, 2017).

Días a la floración

Esta variable fue evaluada desde el primer día en que las plantas fueron sembradas, hasta que las plantas comenzaron a estandarizar su floración con más del 50%.

Días al cuaje de frutos

Para esta variable se consideró desde el primer día, hasta la aparición del fruto fecundado.

Días a la cosecha

Se contabilizaron a partir del día después del trasplante hasta la cosecha del primer fruto que poseía madurez comercial.

Flores por planta

Esta variable se evaluó en la etapa de floración y a partir de ese día se contabilizaron las flores presentes por cada planta evaluada.

Frutos por planta

Esta variable se midió a través del conteo de los frutos presentes en cada planta.

Kilogramos de producción por planta

Luego de tomar el peso de los frutos con la ayuda de una balanza electrónica, se registró el peso de las hortalizas y se realizó la transformación para la obtención de kilogramos de hortaliza de cada unidad experimental.

Cantidad de insumos utilizados

Para el manejo fitosanitario de los cultivos de hortalizas se llevó un registro de la cantidad de productos utilizados a lo largo del desarrollo de la investigación.

Análisis Costo-Beneficio

El análisis económico se lo realizó mediante el indicador Costo/Beneficio, a través de la estimación de costos de producción y los ingresos generados en la venta de hortalizas. Para determinar la capacidad productiva y la viabilidad del proyecto. Para el análisis económico se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Costo/Beneficio} = \frac{\text{Ingreso total neto}}{\text{Costo total}}$$

Capítulo IV

Resultados y discusiones

Resultados

Porcentaje de mortalidad después de la siembra

Tabla 14

Porcentaje de mortalidad después de la siembra

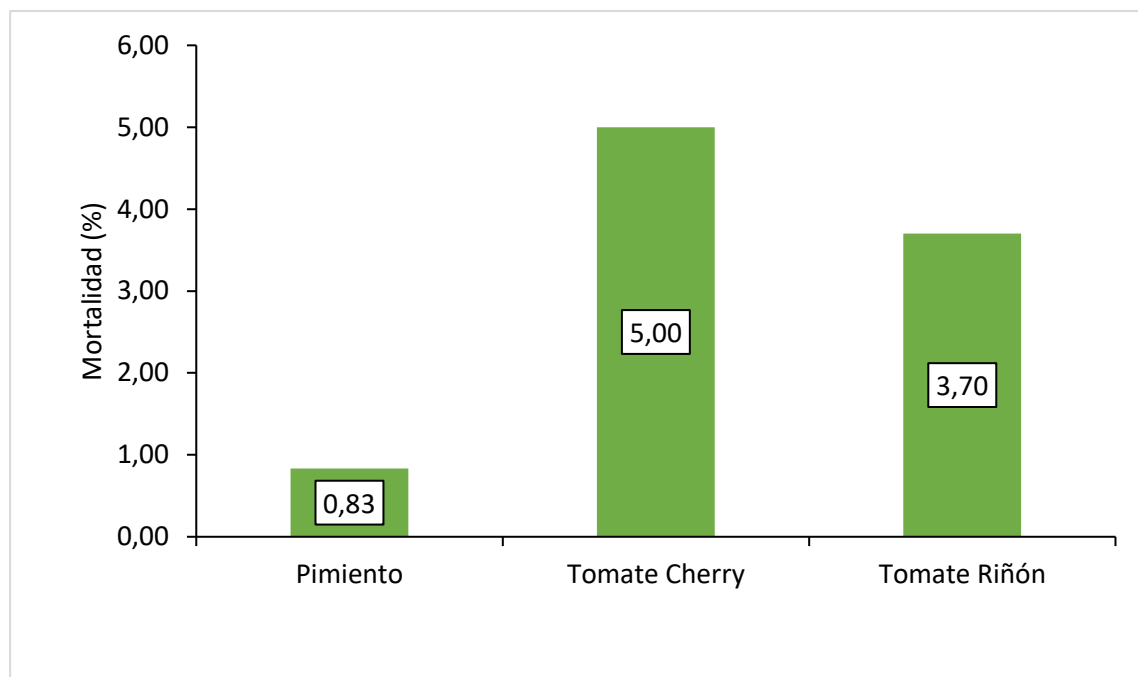
Cultivo	Número de plantas	Plantas muertas	Porcentaje de mortalidad
Pimiento	120	1	0,83
Tomate Cherry	100	5	5,00
Tomate	108	4	3.70

Nota: Esta tabla muestra el porcentaje de mortalidad obtenido en las diferentes especies cultivadas después de la siembra.

En la tabla 16, se presenta el número de plantas sembradas al iniciar el ensayo, conforme a las diferentes especies cultivadas; se puede observar también el número de plantas muertas con su respectivo porcentaje de mortalidad a través del tiempo; de tal forma que, el tomate Cherry, fue la especie con mayor cantidad de plantas muertas (5), seguido por el tomate riñón (4); finalmente, el cultivo de pimiento demostró una mayor viabilidad por su reducido número de plantas muertas (1).

Figura 6

Porcentaje de mortalidad después de la siembra



Nota: Esta figura muestra el porcentaje de mortalidad obtenido en las diferentes especies sembradas en asociación bajo invernadero.

En la figura 6 se puede observar que el cultivo con mayor porcentaje de mortalidad después de la siembra fue el tomate Cherry (5%), seguido por el tomate riñón (3,70%); mientras que, el pimiento obtuvo la menor tasa de mortalidad (0,83%).

Esto podría ser gracias al sistema de invernadero que permite tener el control de una serie de factores, como lluvias o estrés calórico, maximizando los beneficios esperados en la adaptación de las plantas al trasplante (Castro, 2014).

(INTA, 2018) Menciona que un invernadero debe tener la eficiencia y capacidad para acondicionar los requerimientos idóneos y que el cultivo se desarrolle de acuerdo a las exigencias para optimizar la utilización adecuada del invernadero tanto desde aspecto técnico como económico.

Incidencia de plagas

Tabla 15

Incidencia de plagas en los cultivos de pimiento, tomate Cherry y tomate riñón asociados bajo invernadero.

Cultivo	Número de plantas	% de incidencia
Pimiento	119	0,00
Tomate Cherry	95	0,00
Tomate	104	0,00

Nota: Esta tabla muestra la incidencia de plagas obtenida en las diferentes especies sembradas en asociación bajo invernadero.

En la tabla 17 se indica que no existió incidencia de plagas en el manejo integrado de asociación de hortalizas bajo invernadero.

En la figura 5 se visualiza que no hubo incidencia de plagas en el ensayo debido al manejo que se les brindó desde la implantación del cultivo. (ICA, 2020), señala que la mayoría de plagas se presentan en los cultivos de hortalizas debido al exceso de precipitaciones debido al incremento en la humedad, aire y suelo; favoreciendo así al desarrollo de las plagas que a lo largo del ciclo vegetativo limitan el sistema productivo. Las mallas anti insectos, son una alternativa bastante eficiente para el control de insectos que ocasionan daños considerables en hortalizas ya que dificultan su entrada a través de la red gracias a su estructura mesh que presenta 1 hilo/pulgada (Vial, 2019).

Con lo antes mencionado por (ICA, 2020), a lo largo del desarrollo de la investigación siendo efectuada en invernadero nos permite tener un mejor control en cuando al manejo de plagas.

Jaramillo, (2007) menciona que las plagas más frecuentes en el cultivo de tomate en el trópico son *Prodidiplosis longifilia* y *Bemisia tabacci*, siendo las que más afectan cuando superan un umbral económico del 8%, En la tabla 17 se indica que no

hubo incidencia de plagas en ninguna de las hortalizas dado el manejo fitosanitario preventivo que se dio con las aplicaciones de silicio al follaje y la protección por parte del invernadero con la malla antitrips, lo cual impedía el ingreso de plagas, siendo una información que se corrobora con el ensayo de Ramírez G. , (2013) quien en su ensayo no presento plagas por el uso de sarán y cubiertas.

Incidencia de enfermedades

Tabla 16

Incidencia de tizón temprano en el manejo integrado en asociación de cultivos bajo invernadero

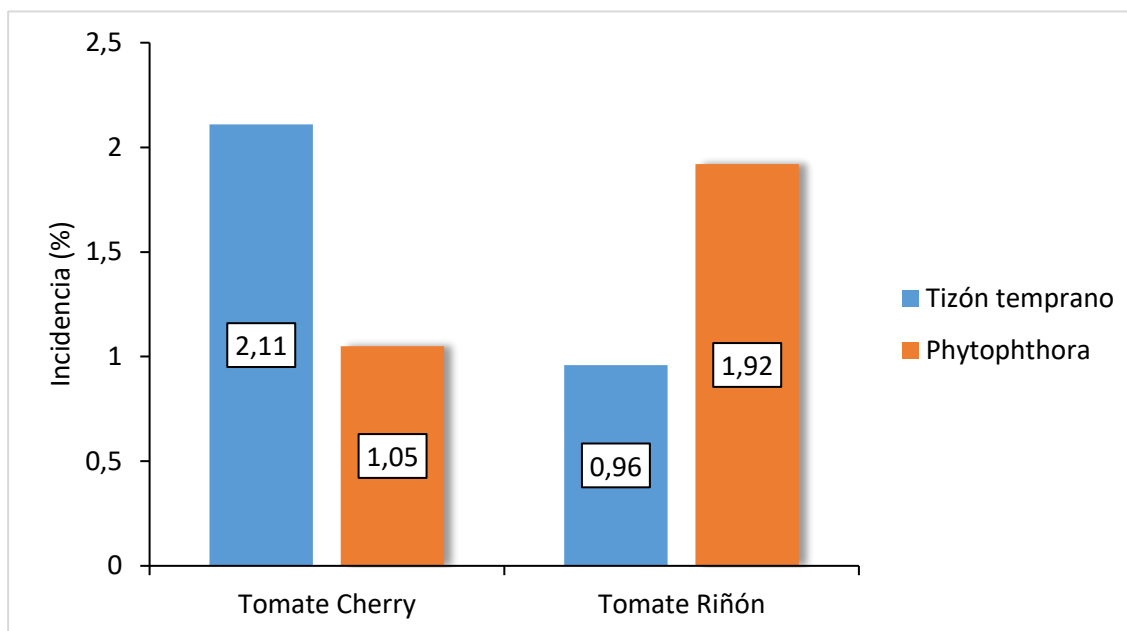
Cultivo	Total de plantas	Tizón temprano	Phytophthora
Pimiento	119	0,00	0,00
Tomate Cherry	95	2,11	1,05
Tomate riñón	104	0,96	1,92

Nota: Esta tabla muestra la incidencia de enfermedades en las diferentes especies sembradas en asociación bajo invernadero.

La tabla 18 indica que el cultivo de tomate cherry (2,11%) y tomate riñón (0,96%) presentaron tizón temprano en el transcurso de la investigación. La presencia de *Phytophthora* en cambio, fue hallada en el cultivo de tomate cherry con un 1,05% mientras que el tomate riñón presentó el 1,92%. Se da crédito a las aplicaciones preventivas del fungicida Fosetil aluminio (Aliette) así como a las aplicaciones foliares de silicio.

Figura 7

Incidencia de enfermedades (Tizón tardío y Phytophthora) en el manejo en asociación de hortalizas bajo invernadero.



Nota: Esta tabla muestra la incidencia de enfermedades en las diferentes especies sembradas en asociación bajo invernadero.

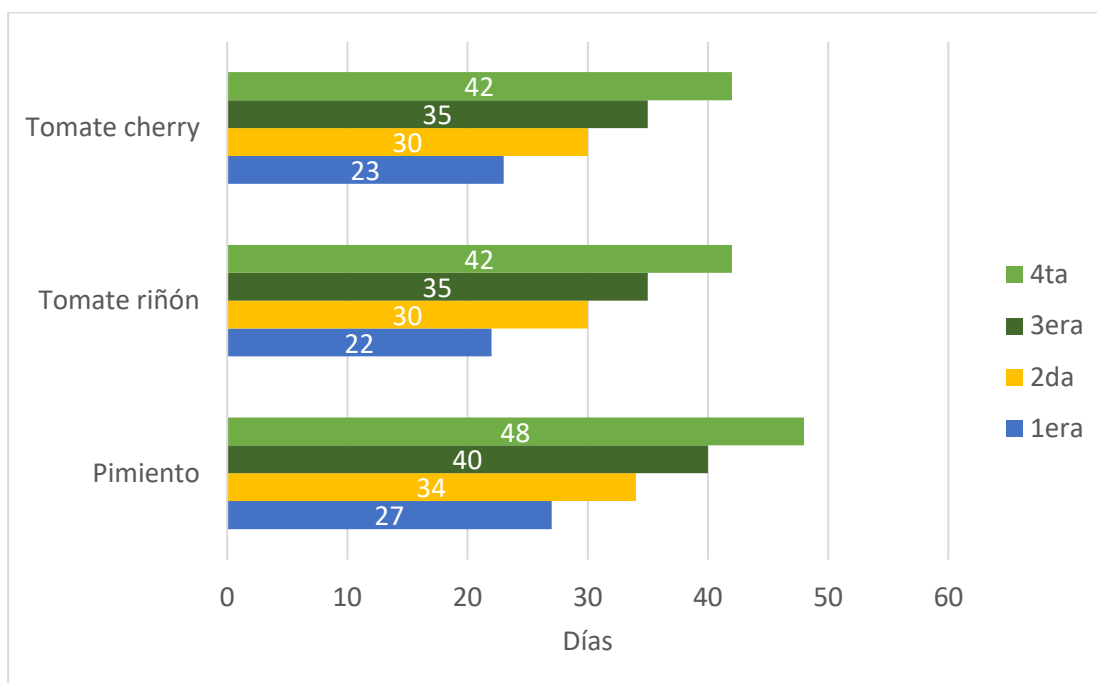
En la figura 7 se puede observar que la incidencia de enfermedades sólo se manifestó en el cultivo de tomate cherry y tomate riñón. En el tomate hubo cierta similitud de presencia de *Phytophthora* en las dos variedades, mientras que el *Tizón tardío* se evidenció más en el tomate Cherry.

En la investigación de (Luna & Moreno, 2017) indican que “*Phytophthora* fue la enfermedad de mayor incidencia en sus tratamientos, a partir del día 75 después del trasplante”; situación que difirió en este caso ya que la enfermedad se manifestó a los 18 días después del trasplante. Según (Vaillant & Gómez, 2009) este patógeno no distingue etapas en el ciclo de vida del cultivo de tomate, ya que se han registrado manifestaciones de la enfermedad hasta en plantas con más de 30 días de edad.

Días de floración

Figura 8

Días promedio a la floración en el manejo de hortalizas asociadas bajo invernadero.



Nota: Esta figura muestra los días al floreo de las cuatro floraciones evaluadas bajo invernadero, en las diferentes especies utilizadas para asociación.

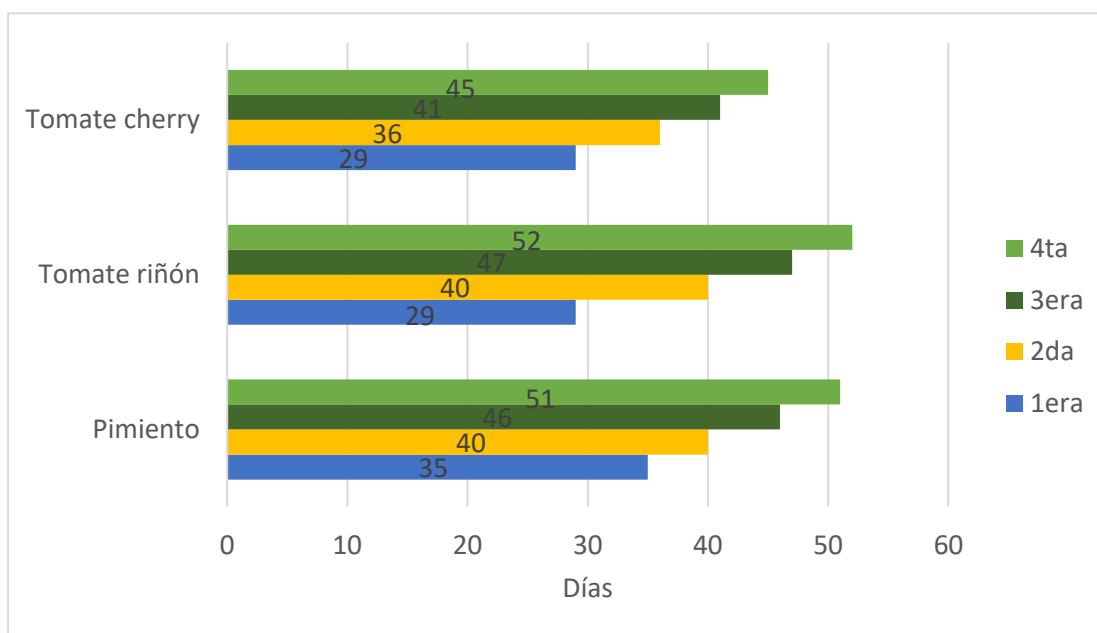
En la figura 8, se muestra que el pimiento demostró más del 50% de floración a los 27 días después del trasplante (ddt); mientras que Jara (2015) bajo invernadero tradicional, evidenció floración a los 45 ddt en pimiento Nathalie; a su vez, para el tomate como tal, Tanquino (2016), expresó que obtuvo una media de 37,58 días a la floración, que difiere considerablemente en lo obtenido para el tomate riñón y tomate cherry durante este estudio con 22 y 23 días respectivamente.

En cuanto a las segunda, tercera y cuarta floración, estas se presentaron a los 34, 40 y 48 días después de la siembra en pimiento; en tomate riñón y tomate cherry, se logró apreciar floraciones a los 30, 35 y 42 días ddt.

Días al cuaje de frutos

Figura 9

Días promedio al cuaje de frutos en el manejo de hortalizas asociadas bajo invernadero.



Nota: Esta figura muestra los días al cuaje de los frutos de las cuatro sub-fases evaluadas bajo invernadero, en las diferentes especies utilizadas para asociación.

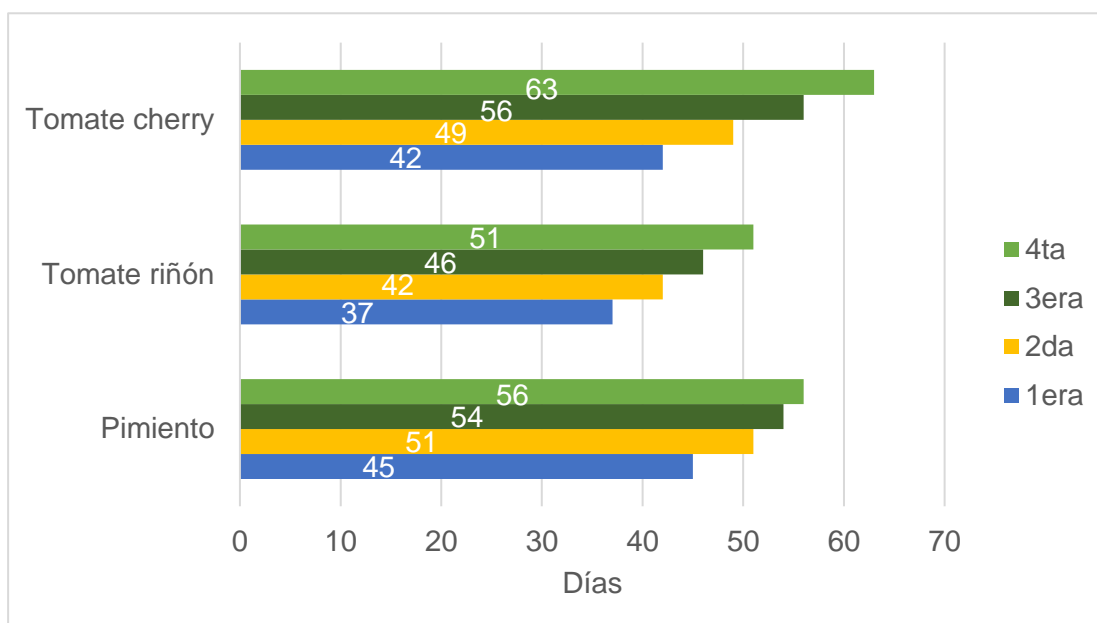
La figura 9, pone en manifiesto la diferencia de los días al cuajado de frutos que conforme a este ensayo fue de 35 días en el pimiento, hecho que se distingue de lo obtenido por Jara (2015), quien diferenció esta etapa a los 57 días. Entre tanto, Tanquino (2016), identificó el cuajado de frutos a los 45,75 días después de la siembra, cantidad que guarda una gran diferencia a la obtenida en el tomate riñón y tomate cherry que inició a los 29 días en ambos casos.

Para la segunda, tercera y cuarta toma de días al cuaje, en pimiento, se manifestaron a los 40, 46 y 51 días después del trasplante; mientras que, en tomate riñón ocurrieron a los 40, 47 y 52 ddt; y finalmente en tomate Cherry a los 36, 41 y 45 días después de haber sembrado las plántulas.

Días a la cosecha

Figura 10

Días promedio a la cosecha en el manejo de hortalizas asociadas bajo invernadero.



Nota: Esta figura muestra los días a la cosecha de las cuatro sub-fases evaluadas bajo invernadero, en las diferentes especies utilizadas para asociación.

La figura 10, demuestra los días a la cosecha en las diferentes especies evaluadas: en el pimiento conforme a Jara (2015), la primera cosecha se llevó a cabo a los 70 días después de la siembra; hecho que difiere con este estudio puesto que, la cosecha de esta especie inició a los 45 días. Por otro lado, para el tomate, Tanquino (2016) cosechó a los 70 días después de la siembra, cantidad que fue considerablemente mayor a la de esta investigación ya que, en tomate riñón y tomate cherry las primeras cosechas se llevaron a término a los 37 y 42 días de manera respectiva.

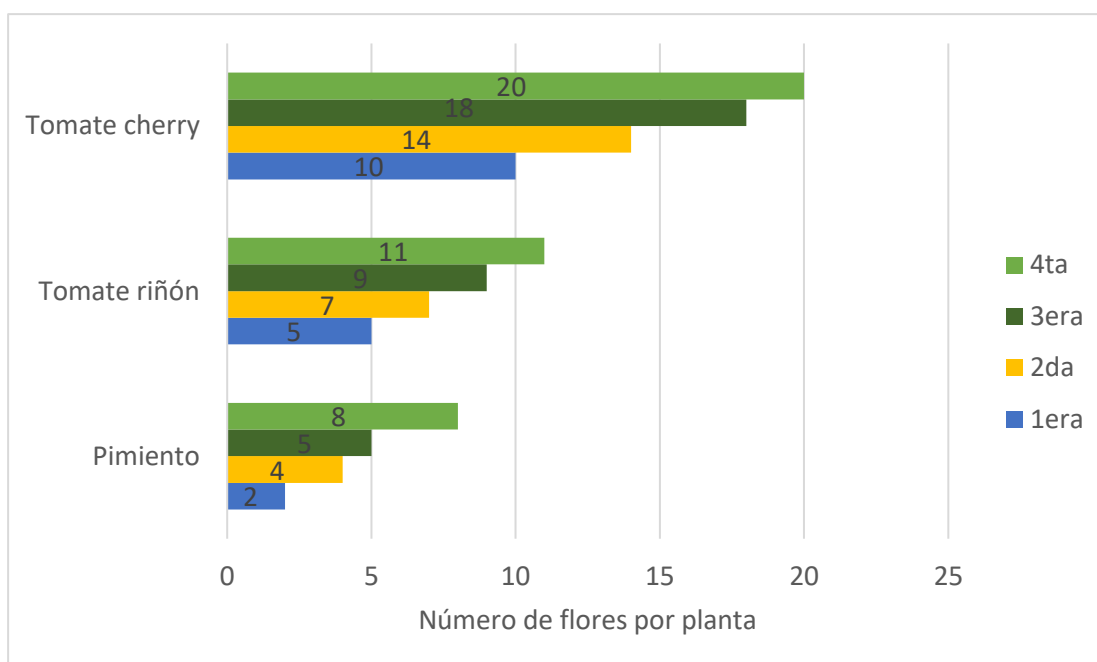
Para la segunda, tercera y cuarta toma de los días a la cosecha, en pimiento, se llevaron a cabo a los 51, 54 y 56 días después del trasplante; mientras que, en tomate

riñón se realizaron a los 42, 46 y 51 ddt; y finalmente en tomate Cherry a los 49, 56 y 63 días después del trasplante.

Flores por planta

Figura 11

Número de flores por planta en el manejo de hortalizas asociadas bajo invernadero.



Nota: Esta figura muestra el número de flores por planta contabilizadas en cada floración.

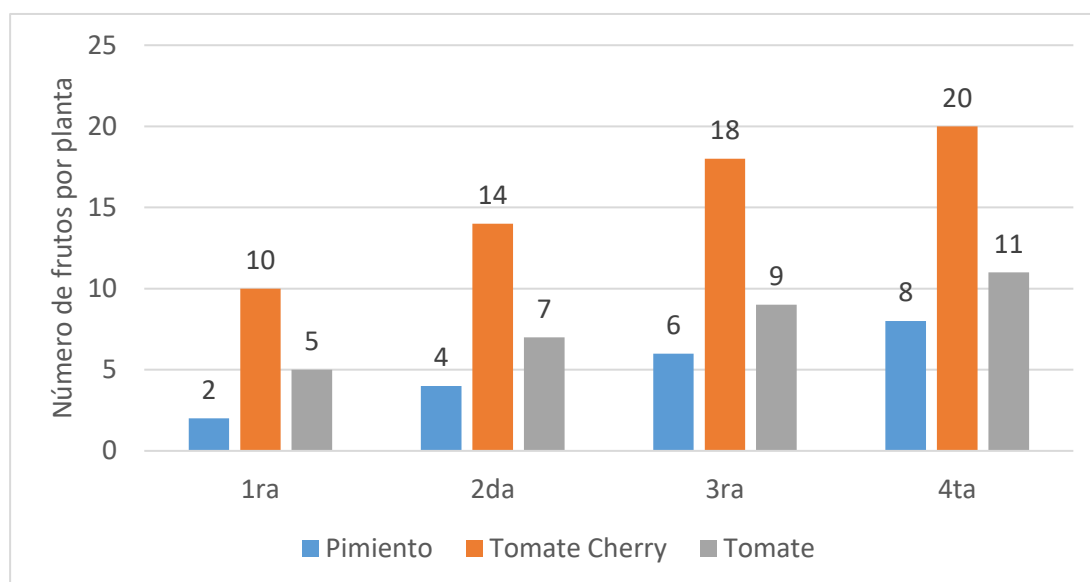
En la figura 12, se presenta la evaluación que corresponde a la variable flores por planta evaluadas en las diferentes especies; en pimiento, se obtuvieron 2, 4, 5 y 8 flores por planta en función de cada floración. Mientras que, en tomate riñón existieron 5, 7, 9 y 11 flores por planta; entre tanto, el tomate Cherry demostró 10, 14, 18 y 20 flores por planta durante las cuatro evaluaciones de manera respectiva.

(SINAVIMO, 2014), explica que el número de flores en pimiento depende de una cantidad mínima de hojas que va de 8 a 10, además por supuesto de las condiciones climáticas. Entre tanto, según (Fornaris, 2016) el número de flores por inflorescencia en el tomate varía dependiendo de la genética ya que pueden existir entre 12 a 30 flores hermafroditas, en espacios por cada tres hojas.

Frutos por planta

Figura 12

Frutos por planta en el manejo de hortalizas asociadas bajo invernadero



Nota: Esta figura muestra el número de frutos promedio por planta, en las diferentes especies sembradas en asociación bajo invernadero.

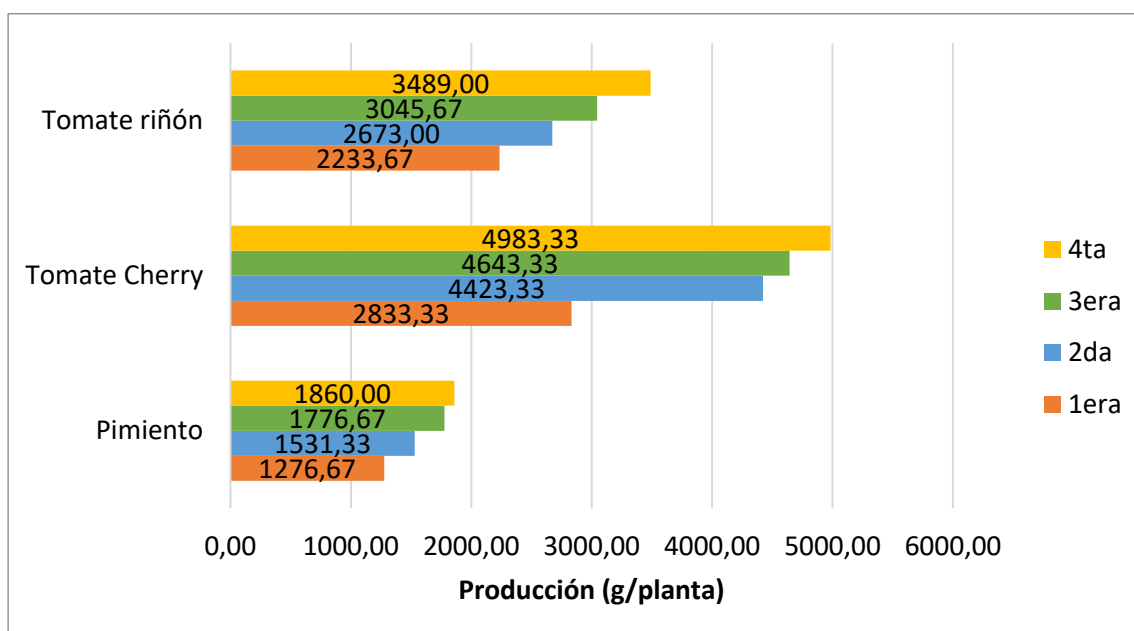
Como se observa en la figura 12, la mayor cantidad de frutos por planta la obtuvo el tomate Cherry con 20 frutos, seguido por el tomate riñón con 11 frutos por planta y el pimiento finalmente con 8 frutos por planta en la cuarta cosecha, rangos que se mantienen en las cuatro cosechas realizadas.

El resultado obtenido en pimiento no es comparable al obtenido por, (Guato, 2017) quien en su estudio manifestó haber logrado 10,17 frutos promedio con el híbrido Nathalie. Salguero (2016) indica que obtuvo un promedio de 4,88 frutos en tomate. (Machaca, 2017) menciona que, al aumentar el número de frutos, incrementa la demanda de nutrientes, así como también la elevación de foto asimilados en los frutos. Un factor primordial para que estos se manifiesten es la sanidad y funcionalidad del sistema radicular por lo que las condiciones del sustrato son parte fundamental de la productividad en estos cultivos. Referente al tomate Cherry y el Pimiento, (Earth, 2016) menciona que el número de frutos por planta se encuentran asociado a las partes morfológicas de la planta, por lo cual el número de frutos va a depender del tipo de inflorescencia y otros factores que presentaron las plantas del ensayo, como las condiciones climáticas.

Producción en kilogramos por planta

Figura 13

Producción en kilogramos por planta en el manejo de hortalizas asociadas bajo invernadero.



Nota: Esta figura muestra la producción en gramos por planta promedio, de las diferentes especies sembradas en asociación bajo invernadero.

La figura 13, demuestra que la producción más alta por planta, la obtuvo el tomate Cherry con 2833,33 g/planta en la primera cosecha, mientras que en la segunda alcanzó 4423,33 g/planta, en la tercera obtuvo 4643,33 g/planta y en la cuarta cosecha se consiguieron 4983,33 g/planta; la segunda especie con mayor producción por planta fue el tomate riñón con 2233,57 g/planta (1era cosecha), 2673 g/planta (2da cosecha), 3045,67 g/planta (3era cosecha) y 3489 g/planta (4ta cosecha). Finalmente, el pimiento, logró 1276,67 g/planta, 1531,33 g/planta, 1776,67 g/planta y 1860 g/planta en la primera, segunda, tercera y cuarta cosecha.

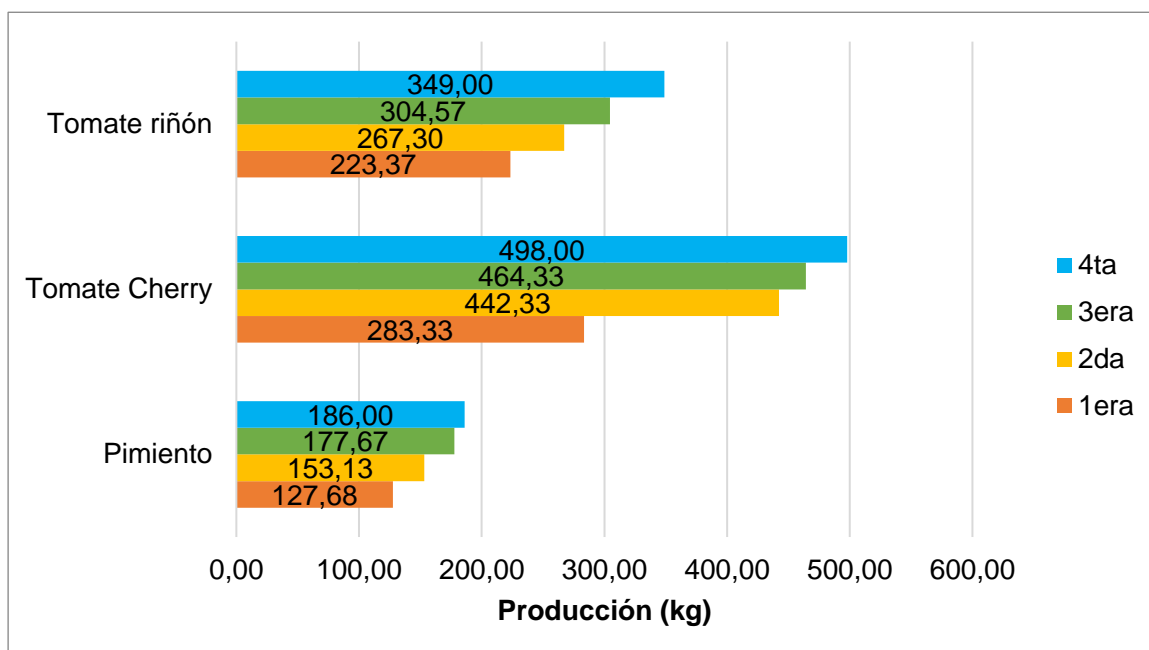
El rendimiento obtenido al finalizar el ensayo, no se iguala al obtenido por (Buñay, 2017), quien logró 1,9 kg por planta en pimiento. Por otra parte, (López L. , 2016), manifiesta que, la variedad cherry puede alcanzar 6 kg/planta; situación que difirió en el caso de este tipo de tomate. Sin embargo, obtuvo 2,23 kg por planta mediante el uso del híbrido Smarty F1 (Llumiyinga, 2020), valor que es todavía superior para el obtenido en este estudio.

La producción de tomate riñón puede alcanzar hasta 10 kg de fruta fresca por planta (López L. , 2016). Sin embargo, en este caso sólo se alcanzó 1,16 kg como máximo por cada planta; situación que puede estar sujeta a varios factores, nutricionales, climáticos, genéticos, entre otros.

Producción total en kilogramos

Figura 14

Producción total (kg) en el manejo de hortalizas asociadas bajo invernadero.



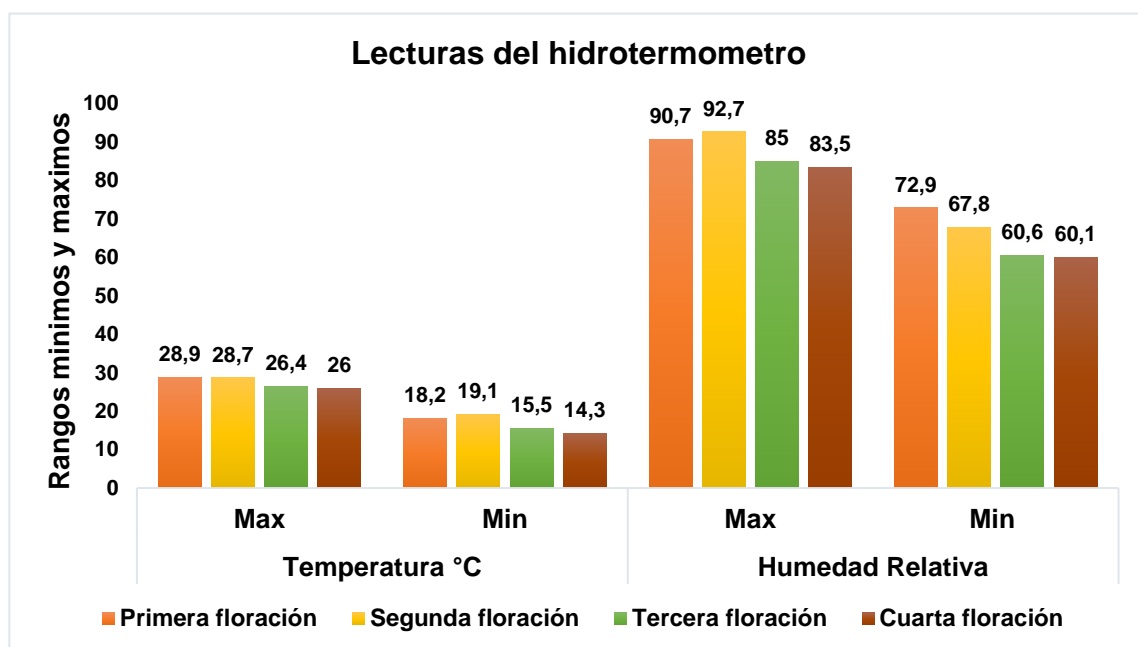
Nota: Esta figura muestra la producción total en kilogramos, de las diferentes especies sembradas en asociación bajo invernadero, durante las cuatro cosechas.

La figura 14, expone la producción en kilogramos de las diferentes especies; donde el pimiento obtuvo 127,68 kg (1era cosecha), 153,13 kg (2da cosecha), 177,67 kg (3era cosecha) y 186 kg (4ta cosecha); entre tanto, el tomate Cherry logró 283,33 kg, 442,33 kg, 464,33 kg y 498 kg; mientras que, el tomate riñón logró 223,7 kg, 267,30 kg, 304,57 kg y 349 kg en la primera, segunda, tercera y cuarta cosecha de manera respectiva.

Rangos de temperatura y humedad relativa del invernadero con la aplicación del termómetro y del extractor

Figura 15

Rangos máximos y mínimos de temperatura y humedad relativa, obtenidos a través del hidro termómetro



Nota: Esta figura muestra los rangos máximos y mínimos de temperatura y humedad relativa que se obtuvieron con el hidro termómetro.

En la figura 15, se observa que entre la primera y cuarta floración los rangos máximos de humedad relativa estuvieron situados entre 90,7% y 83,50%; mientras que, los rangos mínimos marcados por el hidro termómetro fueron de 72,90% y 60,10%. Para el caso de la temperatura, el rango mínimo fue de 18,30°C y 14,30°C, entre tanto, los rangos máximos fueron de 28,90°C y 26,00°C a lo largo de las cuatro floraciones.

Tabla 17

Efectos de la implementación del extractor de aire y la lámpara LED sobre la temperatura y humedad relativa del invernadero.

Semana	Temperatura °C		Humedad Relativa		
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	
4	28,9	18,2	90,7	72,9	
6	28,7	19,1	92,7	67,8	
8	26,4	15,5	85	60,6	Extractor
9	26	14,3	83,5	60,1	
10	26,1	14,2	83,1	60,2	Lampara LED BLOMSPECT

Nota: Esta tabla muestra el efecto del extractor de aire y la lámpara LED en las diferentes lecturas de temperatura y humedad.

En la tabla 17, se puede observar que la temperatura máxima entre la primera y segunda floración se mantuvo entre 18,2°C y 28,9°C (Semana 4 y 6); posteriormente con la instalación del extractor de aire, la temperatura se redujo entre 14,3 y 26°C entre la semana 8 y 9. En la semana 10, la temperatura se redujo entre 14,2 y 26,1°C, época donde se utilizó la lámpara LED BLOMSPECT. Entre tanto, para la humedad relativa durante las semanas 4 y 6, se obtuvo una humedad relativa de 67,8 y 92,70%; sin embargo, tras haber aplicado el uso del extractor en la semana 8 y 9, la humedad se redujo de 85 y 83,5% a 60,6% y 60,1% respectivamente.

Cantidad de insumos utilizados**Tabla 18**

Cantidad de insumos utilizados en el manejo integrado en asociación de hortalizas bajo invernadero

Producto	Cantidad
Aliette	1Kg
Silikvell (Silicio)	3L
Solum F30 (Ácidos húmicos y fúlvicos)	5L
Seaweed	1L
Protec K	3L
Folcrop (P, K, Ca, Mg)	12L
Folcrop (Zn, Mn, B)	9L
Urea	4,78 kg
KCl	11,29 kg
Ác. Fosfórico	0,62 L
MgSO ₄	6,72 kg
CaNO ₃	14,75 kg
BioTac	1L

Nota: Listado de insumos utilizados para la producción de hortalizas en asociación.

En la tabla 18, se observan los productos que fueron utilizados en la investigación, demostrando así la importancia que tiene la utilización de productos orgánicos para el desarrollo en cultivos bajo invernadero.

Relación Costo/Beneficio**Tabla 19**

Relación Costo/Beneficio en el manejo integrado en asociación de hortalizas bajo invernadero en dos ciclos productivos anuales.

Descripción	Pimiento	Tomate Cherry	Tomate Riñón
Dos ciclos productivos anuales			
Infraestructura (Invernadero)	112,63	112,63	112,63
Malla antitrips	11,66	11,66	11,66
Plástico Mulch	1,42	1,42	2,14
Equipo de riego	95,18	95,18	95,18
Trampas fotocromáticas	2,14	2,14	2,14
Alambre calibre #12	4,80	4,80	7,20
Extractor	9,00	9,00	9,00
Ventiladores	1,67	1,67	1,67
Hidrotermómetro	1,20	1,20	1,20
Tensiómetro	6,17	6,17	6,17
Subtotal depreciación de activos fijos	245,87	245,87	248,99
Plántulas	50,40	52,00	54,00
Biotack	2,33	2,33	2,34
Piola para tutoreo	1,66	1,92	1,92
Bioway (34,5 kg/cama)	11,1	11,1	16,65
Fertilizantes	21,38	21,38	21,38
Fertilizantes para fertirriego	20	20	20
Subtotal insumos	106,87	108,73	116,29
Mano de obra	200	200	200
Total costos anuales	552,74	554,60	565,28
Producción (kg)/ciclo/19 m ²	644,48	1887,99	1144,24
Producción (kg)/año/19 m ²	1288,96	3775,98	2288,48
Ingresos anuales	13405,18	45311,76	41192,64
Utilidad Neta	24,25	81,70	72,87

Nota: Esta tabla muestra la relación costo/beneficio para el manejo integrado de hortalizas en asociación en dos ciclos productivos anuales.

En la tabla 19, se puede apreciar el costo de producción por cultivo anual, considerando un área de siembra de 19 m^2 por hileras dobles, en el caso del cultivo de pimiento, es de \$552,74 y para el cultivo de tomate cherry de \$554,60; mientras que, para el cultivo de tomate riñón que se cultivó en tres hileras dobles, se estima obtener \$565,28 en costos de producción; con ingresos anuales de \$13405,18, \$41192,64 y \$45311,76 en pimiento, tomate riñón y tomate cherry. No obstante, la relación C/B, se proyecta que será de \$24,25 en pimiento, \$81,70 en tomate Cherry y \$72,87 en tomate riñón.

Capítulo V

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

La estrategia de usar un abono orgánico de alta carga microbiana (Bioway) para la desinfección y activación biológica del suelo resulto eficiente puesto que no se presentaron enfermedades ni plagas en el sistema radicular de la planta, esto fue reforzado con el efecto que hace el plástico mulch en el suelo.

Las aplicaciones de silicio foliar y de fosetil aluminio previnieron efectivamente la presencia de problemas fitosanitarios en el follaje de la planta.

La colocación de la malla anti trips, las trampas fotocromáticas + Biotac y la aplicación localizada de agua oxigenada tuvieron un importante efecto sobre las plagas del follaje, limitando totalmente el uso de pesticidas químicos.

En lo que respecta a Phytophthora y Alternaria, estas tuvieron una baja incidencia en el tomate cherry y tomate riñon, por lo que se realizó una pulverización localizada con un producto sistémico.

La mortalidad luego de la siembra alcanzó un porcentaje del 1 al 5%; que es un valor manejable y a la vez permitido de acuerdo a las investigaciones consultadas.

Los costos efectuados por cada tratamiento no tienen una variación representativa por cada cultivo, se consideró un valor por depreciación del invernadero y equipos que va desde los cinco a los diez años.

Este sistema de producción permite un mayor aprovechamiento de espacios que pueden adaptarse bien a la zona urbana, siendo adecuados para producción familiar y comercial.

Con los datos obtenidos haciendo una proyección, la relación Costo/beneficio del primer año, da \$24,25, en pimiento; \$81,70 en tomate Cherry y \$72,87 en tomate riñón por cada dólar invertido, lo que indica que este sistema de producción de hortalizas asociadas bajo invernadero es rentable.

Recomendaciones

Dar un manejo biológico al substrato para evitar la presencia de problemas fitosanitarios a nivel de suelo.

Se recomienda realizar un manejo fitosanitario preventivo con la pulverización de los insumos aquí presentados para alcanzar buenos rendimientos en los cultivos.

Utilizar insumos orgánicos para tener un excelente manejo integrado de plagas y enfermedades en los cultivos, ya que su efecto se mantiene a largo plazo en el cultivo.

Para nuestras condiciones climáticas en el trópico húmedo es necesario automatizar el invernadero, dando luz adicional, ventilación y protección contra insectos, así como el monitoreo permanente de humedad del suelo, temperatura y humedad relativa, lo que nos permitirá tener más floraciones y por ende más fructificación.

Capítulo VI

Bibliografía

- Ahmad, T., Yasin, S., Woldu, L., Brhane, T., Tsegay, Y., & Haile, Y. (2019). Allure of insect pest and diseases among three solanaceous crops viz. tomato, chilli and brinjal in Hamelmalo Agricultural College. *African Journal of Agricultural Research*, 14(19), pp. 843-849. DOI: 10.5897/AJAR2018.13711.
- Barra, L., & Ortiz, J. (2020). Biological Control in Capsicum with Microbial Agents. *Chapter Metrics Overview*, DOI: 10.5772/intechopen.93509.
- Bayer. (15 de Febrero de 2019). *Crop Science*. Obtenido de <https://www.cropscience.bayer.es/Productos/Fungicidas/Aliette-WG>
- Buñay, C. (2017). *Etapas fenológicas del cultivo del pimiento (Capsicum annum L.) var. verde, bajo las condiciones climáticas del cantón General Antonio Elizalde (Bucay) provincia del Guayas*. Cumandá: Universidad Técnica de Ambato.
- Cabrera, G., & Tapuy, J. (2021). *EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DE MICORRIZAS EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (Capsicum annum) EN EL CANTÓN LA MANÁ*. La Maná: Universidad Técnica del Cotopaxi.
- Córdoba, H., Gómez, S., & Núñez, C. (2018). Evaluación del rendimiento y fenología de tres genotipos de tomate cherry (*Solanum lycopersicum L.*) bajo condiciones de invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12(1); 113-125. Doi: <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2018v12i1.7348>.
- Earth, N. (2016). *Nusoil*. Obtenido de <https://nusoilconsumagrowcolombia.com/index.php/que-es-sumagrow/>
- Edifarm. (15 de 10 de 2020). Obtenido de http://ecuanoticias.ec/pdf_agricola/BIOTAC.pdf

- Edifarm. (10 de 12 de 2020). Obtenido de http://ecuanoticias.com.ec/pdf_agricola/SEAWEEDEXTRACT.pdf
- Escobar, K. (2011). *Aplicación de la estadística inferencial para determinar la eficiencia del fungicida serenade 10 WP en el cultivo de rábano*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- FAOSTAT. (15 de Enero de 2019). Obtenido de Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>
- Flores, J., Ojeda, W., López, I., Rojano, A., & Salazar, I. (2007). Requerimientos de riego para tomate de invernadero. *Terra Latinoamericana*, 25(2). pp: 127-134.
- Forcrop. (27 de 02 de 2012). Obtenido de https://www.ftepeyac.com.mx/wp-content/uploads/2019/09/ficha_tecnica_solum.pdf
- Fornaris, G. (2016). *Conjunto Tecnológico para la Producción de Tomate. Características de la planta*. Mayaguez: Universidad de Puerto Rico.
- Fray, E., & Suntaxi, O. (2021). *Evaluación de diferentes dosis y frecuencias de aplicación del Peróxido de Hidrógeno para el control de Mosca Blanca en el cultivo de tomate (Solanum lycopersicum)*. Santo Domingo de los Tsáchilas: Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.
- Galarraga, H. (14 de Diciembre de 2021). *Portal Tecnoagricola* . Obtenido de <https://www.buscador.portaltecoagricola.com/vademecum/mex/producto/PROTEC%20K>
- Gamboa, A., & Quezada, V. (2021). *Evaluación fenológica y productiva de tres variedades de tomate de mesa (Solanum lycopersicum) bajo invernadero en loma larga, provincia del Azuay*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- García, F. (2020). Obtenido de <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/71498-Manejo-integrado-de-cultivos.html>

- Gordillo, D. d. (17 de Octubre de 2017). Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6365/T16500%20GONZ%C3%81LEZ%20GORDILLO%2C%20DANIEL%20DE%20JESUS%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guato, M. (2017). *Evaluación del rendimiento de tres híbridos de pimiento (Capsicum annuum L.) a las condiciones agroclimáticas de la comunidad La Clementina, Parroquia Pelileo, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua*. Cevallos: Universidad Técnica de Ambato.
- Hernández, A. (2011). *Desarrollo de Tomate Cherry (Solanum lycopersicum L. cv. Camelia) en Respuesta a la Biofertilización bajo condiciones de Cassasombra y Análisis de algunos parámetros fisiológicos*. Saltillo: Centro de Investigación en Química Aplicada.
- HMClause. (2020). *Smarty F1. Ficha técnica*. Obtenido de Disponible en: <http://www.impulsemillas.com/documentos/fichas/TOMATE-SMARTY.pdf>
- Huete, H., & Laguna, F. (2020). *Caracterización socioeconómica y agronómica en sistemas de producción de tomate (Solanum lycopersicum L.), La Trinidad, Estelí, Nicaragua, 2019 - 2020*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- ICA. (2020). Obtenido de <https://www.ica.gov.co/getattachment/bb883b42-80da-4ae5-851f-4db05edf581b/Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-hortalizas.aspx>
- INTA. (2013). *Sistemas olivícolas familiares del centro-oeste del Valle del Tulúm. Capacitación técnica: Riego por goteo en Olivo*. San Juan: INTA.
- INTA. (2018). Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_produccion-de-hortalizas-bajo-cubierta_2006.pdf
- INTAGRI. (2021). *INTAGRI*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/los-sistemas-de-riego-aptos-para-la-fertirrigacion>

- Jácome, O. (2019). Obtenido de <https://mundoagropecuario.net/la-iluminacion-led-en-invernaderos-ayuda-pero-se-necesitan-estandares/>
- Jara, S. (2015). *Evaluación de tres variedades de pimiento (Capsicum annum), con dos densidades de siembra bajo invernadero, en el cantón Cascales, provincia de Sucumbíos*. Sucumbíos: Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Jaramillo, J. (2015). *Evaluación agronómica del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum) bajo tres diferentes coberturas plásticas*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- LITHO. (2021). *Litho US.A*. Obtenido de <https://www.irrometer.com/pdf/IRROMETERS/105sp-Model%20SR-WEB.pdf>
- Liu, J., & Wang, X. (2020). Tomato Diseases and Pests Detection Based on Improved Yolo V3 Convolutional Neural Network. *Front. Plant Sci.*, <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00898>.
- Llumiquinga, J. (2020). *Efecto de dos sustratos mixtos en la producción de dos cultivares de tomate (Solanum lycopersicum L. cv. Syta ySmarty) bajo un sistema hidropónico recirculante*. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.
- López, E. (2019). *Evaluación de dos sustratos para la producción de tres cultivares de tomate cherry (Lycopersicum esculentum Mill) Var Cerasiforme (Dunal) en invernadero*. Riobamba: ESPOCH.
- López, L. (2016). *Manual técnico del cultivo de tomate Solanum Lycopersicum*. Costa Rica: INTA.
- Luna, M., & Moreno, A. (2017). *EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES DE SUELO DEL TOMATE RIÑÓN, PRODUCIDO EN SUSTRATOS A CAMPO ABIERTO*". Santo Domingo: Universidad de las Fuerzas Armadas -ESPE. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/13796/1/T-ESPESD-002815.pdf>

- Machaca, C. (2017). *Identificación de Meloidogyne spp. por morfología e insoenzimas en pimiento pprika (Capsicum annuum L.) en tres irrigaciones de la región Arequipa*. Arequipa: Universidad de San Agustín de Arequipa.
- MAPA. (2014). *MAPA*. Recuperado el Febrero de 2022, de Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/pimiento-ita_tcm30-102706.pdf
- Maruplast. (2019). *Maruplast. Tecnologías en invernadero*. Obtenido de <https://maruplast.com/pdf/FT-MALLA-ANTITRIPS-55-MESH-CRISTAL.pdf>
- Mendoza, M. (2020). *Incidencia de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y producción del pimiento (Capsicum annum L.)*. Machala: UTMACH.
- NOVAGRIC. (2020). Obtenido de <https://www.novagric.com/es/blog/articulos/cultivos-invernadero-hortalizas>
- Olatunji, T., & Afolayan, A. (2019). Contributions to the Classification of *Capsicum annum L.* and *Capsicum frutescens L.* in West Africa Using Morphological Traits. *Not Bot Horti Agrobo*, 47(1):135-142. DOI:47.15835/nbha47111204.
- Quinet, M., Angosto, T., Yuste, F., Blanchard, R., Bigot, S., Martínez, J., & Lutts, S. (2019). Tomato Fruit Development and Metabolism. *Front. Plant. Sci.*, <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01554>.
- Ramírez, G., Peralta, I., Rodríguez, E., Sahagn, J., Chávez, J., Medina, T., . . . Rodríguez, J. (2021). Edaphoclimatic Descriptors of Wild Tomato Species (*Solanum Sect. Lycopersicon*) and Closely Related Species (*Solanum Sect. Juglandifolia* and *Sect. Lycopersicoides*) in South America. *Front- Genet.*, <https://doi.org/10.3389/fgene.2021.748979>.
- Reynolds, O., Padula, M., Zeng, R., & Gurr, G. (2016). Silicon: Potential to Promote Direct and Indirect Effects on Plant Defense Against Arthropod Pests in Agriculture. *Front. Plant. Sci.*, <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00744>.

- Rezaul, K., Rafii, M., Binti, A., Firdaus, M., Rahim, A., Hasan, M., & Nazneen, F. (2021). Current and Prospective Strategies in the Varietal Improvement of Chilli (*Capsicum annum* L.) Specially Heterosis Breeding. *Agronomy*, 1(11), 2217; <https://doi.org/10.3390/agronomy11112217>.
- Rivas, O. (2021). *Evaluación de insectos-plaga tempranas y daños al cultivo de pimiento (Capsicum annum L.), referenciados y convalidados al umbral económico, Manta, 2021*. Manta: Universidad Laica Eloy Alfaro.
- Rosa, E. (2016). *Conjunto Tecnológico para la Producción de Pimiento*. Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico.
- Salazar, A. (2015). *Evaluación de tres soluciones nutritivas en el tomate hortícola (Lycopersicum sculentum) en los híbridos Pietro y Syta mediante el Sistema de SLABS*. Cevallos: Universidad Técnica de Ambato.
- Salguero, L. (2016). *Evaluación de cuatro híbridos de tomate riñón (Lycopersicum esculentum) con dos densidades de plantación*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Sánchez, C., Jaraba, D., Medina, J., Martínez, J., & Martínez, A. (2003). Requerimientos hídricos del ají dulce (*Capsicum annum* L.) bajo riego por goteo en el Valle del Sinu Medio. *Temas Agrarios*, 8(1). pp: 11-20.
- Shamshiri, R., Jones, J., Thorp, K., & Ahmad, D. (2018). Review of optimum temperature, humidity, and vapour pressure deficit for microclimate evaluation and control in greenhouse cultivation of tomato: A review. *International Agrophysics*, 32(2):287-302. DOI:10.1515/intag-2017-0005.
- SINAVIMO. (2014). *Capsicum annum*. Obtenido de <https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/capsicum-annuum>
- Syngenta. (2022). *Syngenta*. Obtenido de Obtenido de: <https://www.syngenta.com.co/nathalie>

- Tanquino, W. (2016). *Producción orgánica de tomate (Solanum lycopersicum), en el Centro de Investigación Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica (CIPCA) en la provincia de Napo-Ecuador*. Pastaza: Universidad Estatal Amazónica.
- TRAXCO. (18 de Mayo de 2016). *TRAXCO Componentes para sistemas de riego Pivot*. Obtenido de <https://www.traxco.es/blog/productos-nuevos/inyectores-venturi>
- UNAM. (2018). *Termohigrómetro*. Obtenido de <https://arquitectura.unam.mx/uploads/8/1/1/0/8110907/termohigrometro.pdf>
- Vaillant, D., & Gómez, G. (2009). Incidencia de *Phytophthora nicotianae* y *Phytophthora infestans* en Cuba. *Agricultura técnica en México*, vol. 35 no. 2. ISSN 0568-2517.
- Varela, A. (2018). *Estudio de la producción y comercialización del tomate riñón (Lycopersicum esculentum) en el cantón Pimampiro, de la provincia de Imbabura*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Vellsam. (2020). *Vellsam*. Obtenido de Disponible en: <https://www.vellsam.com/es/producto/silikvell>
- Vial, M. (2019). *Difusión y transferencia de tecnologías de agricultura protegida para cultivos hortícolas de alto valor comercial bajo la metodología de co-innovación en la región de La Araucanía*. INIA.