

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



Previo a la obtención del título de:
INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Efecto de diferentes distancias de plantación en parámetros morfofisiológicos y rendimiento para el cultivo de pimiento *Capsicum annum* L. var. Nathalie en condiciones controladas y campo abierto en áreas del CIPCA”

AUTOR:

Toapanta Velasque Geoconda Marilú

DIRECTOR DE PROYECTO:

Dr. Yoel Rodríguez Guerra, PhD.

PASTAZA - ECUADOR.

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Geoconda Marilú Toapanta Velasque, con C.I: 0503626566, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente, certifico libremente que los criterios y opiniones que constan en el presente Proyecto de Investigación bajo el tema: “Efecto de diferentes distancias de plantación en parámetros morfofisiológicos y rendimiento para el cultivo de pimiento *Capsicum annuum* L. var. Nathalie en condiciones controladas y campo abierto en áreas del CIPCA”, son de mi autoría y exclusiva responsabilidad.

.....
Geoconda Marilú Toapanta Velasque

C.I: 0503626566

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Por medio del presente, Yo, Dr. Yoel Rodríguez Guerra, PhD. con **C.I: 1752785913** Certifico que la egresada, **Geoconda Marilú Toapanta Velasque**, realizó el Proyecto de Investigación titulado: “Efecto de diferentes distancias de plantación en parámetros morfofisiológicos y rendimiento para el cultivo de pimiento *Capsicum annuum L.* var. Nathalie en condiciones controladas y campo abierto en áreas del CIPCA”. Previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria bajo mi supervisión.

.....
Dr. Yoel Rodríguez Guerra, PhD.

C.I: 1752785913

DIRECTOR DE PROYECTO

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El proyecto de investigación titulado: “Efecto de diferentes distancias de plantación en parámetros morfofisiológicos y rendimiento para el cultivo de pimiento *Capsicum annuum* L. var. Nathalie en condiciones controladas y campo abierto en áreas del CIPCA”, fue aprobado por los siguientes miembros del tribunal.

.....

Ing. Bélgica Dolores Yaguache Camacho, Ms. C.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

.....

Ing. Sandra Luisa Soria Re, Ms. C.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

Ms C. Jorge Freile Almeida.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por guiarme en el camino y fortalecerme espiritualmente para empezar un camino lleno de éxito.

*Muestro mis más sinceros agradecimientos a mi tutor de proyecto, Dr. **Yoel Rodríguez Guerra, PhD.**, quien con su conocimiento y su guía fue una pieza clave para el desarrollar este proyecto de igual manera a la UEA, Carrera de Ingeniería Agropecuaria, por ser partícipes de nuestra formación intelectual y moral; de manera a los docentes de la carrera por su infinito apoyo y sus excelentes recomendaciones.*

Así, quiero mostrar mi gratitud a todas aquellas personas que estuvieron presentes en la realización de esta meta, de este sueño que es tan importante para mí, agradecer todas sus ayudas, sus palabras motivadoras, sus conocimientos, sus consejos y su dedicación.

A mis padres Elena y Mario, que con sabios consejos han hecho de mí una mujer de bien y he podido salir adelante para la culminación de esta meta.

A mis hermanos quienes he compartido momentos inolvidables quienes han sido mis mejores amigos y me han incentivado para la culminación de mi meta.

También quiero agradecer a mi esposo por toda su ayuda, consejos que me han motivado para salir adelante

A mi hijo quien fue el motor principal para la culminación de esta meta quien ha estado conmigo en los momentos más importantes de este proyecto quien con sus locuras me ha motivado a desarrollar con éxito y dedicación esta meta.

A mis abuelitos Rosa, Edelmira e Ignacio, quienes fueron las personas que quienes compartí mi infancia y cuando emprendí este nuevo camino me dieron su bendición llenas de sabiduría quienes me han enseñado cosas vitales para la vida, me encaminaron a un por un buen sendero.

A mis suegros por su comprensión y apoyo, mis cuñados /as, a toda mi familia por sus sabios consejos y enseñanza que me han hecho durante el transcurso de mi vida diaria.

A mis compañeras, por convivir todo este tiempo conmigo, por compartir experiencias.

DEDICATORIA

El presente trabajo investigación lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerzas para continuar en este proceso para culminar con esta meta trazada en mi vida

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy ahora

A mis hermano /as por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron durante etapa de vida.

A mi esposo e hijo que siempre estuvieron a mi lado apoyándome incondicionalmente dándome palabras de aliento y consejos para la culminación de este proyecto.

A mis tíos / as por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuestos a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se realizó en el área de producción hortícola del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica (CIPCA), perteneciente a la Universidad Estatal Amazónica, ubicada en el Cantón Santa Clara Provincia de Pastaza.

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de diferentes distancias de plantación para el cultivo *Capsicum annuum* L. (pimiento) variedad Nathalie, estudiando los parámetros morfofisiológicos y agrícola de la planta en condiciones de campo y bajo invernadero.

El diseño experimental que se utilizó, fue de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones, se evaluaron parámetros morfofisiológicos y rendimiento del cultivo, a los resultados obtenidos se les hizo un análisis estadístico de comparación.

Los mejores resultados obtenidos bajo invernadero, en los parámetros morfofisiológicos fue el, tratamiento T2 con una distancia de plantación 0,40 m x 0,30 m con una altura promedio de 101,05 cm, un diámetro del tallo de 0,91 cm y 37 frutos por plantas. También para los índices fisiológicos corresponde con una distancia de plantación de 0,40 m x 0,30 m; con un índice de área foliar 0,34 m²; con potencial fotosintético de 1,16 m² / día, una TAN de 2,52 y 1,53 g. m² .día⁻¹ y un rendimiento agrícola de 4,13 kg/ m².

Los mejores resultados obtenidos a campo abierto, en los parámetros morfofisiológicos fue el tratamiento T1 con una distancia de plantación 0,40 m x 0,20 m con una altura promedio de 36,03 cm, un diámetro del tallo de 0,62 cm y 2 frutos por plantas. También para los índices fisiológicos corresponde con una distancia de plantación de 0,40 m x 0,20 m; con un índice de área foliar 0,11 m², con potencial fotosintético de 2,82 m² / día, una TAN de 0,50 g. m² . día⁻¹ y un rendimiento agrícola de 4,82 kg/m².

EXECUTIVE ABSTRACT

This research was carried out in the horticultural production area of the Amazon Biodiversity Research, Postgraduate and Conservation Center (CIPCA), belonging to the Amazon State University, located in the Canton Santa Clara Province of Pastaza.

The research was to evaluate the effect of different planting distances for the *Capsicum annum* L. (pepper) Nathalie variety, studying the morph physiological and agricultural parameters of the plant under field conditions and under greenhouse.

The best results obtained under greenhouse, in the morph physiological parameters was the T2 treatment with a planting distance 0,40 m x 0,30 m with an average height of 101,05 cm, a stem diameter of 0,91 cm and 37 fruits by plants. Also for physiological indices corresponds to a planting distance of 0,40 m x 0,30 m, with a leaf area index 0,34 m², with photosynthetic potential of 1,16 m² / day, a TAN of 2,52 and 1,53 g. m². day) and an agricultural yield of 4,13 kg / m².

The best results obtained in the open field, in the morph physiological parameters was the T1 treatment with a planting distance 0,40 m x 0,20 m with an average height of 36,03 cm, a stem diameter of 0,62 cm and 2 fruits by plants. Also for physiological indices corresponds to a planting distance of 0,40 m x 0,20 m; with an index of leaf area 0,11 m², with photosynthetic potential of 2,82 m² / day, a TAN of 0,50 g. m². Day-1 and an agricultural yield of 4,82 kg / m².

RESUMEN EJECUTIVO	7
CAPITULO I.....	16
1. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:	18
1.3. OBJETIVOS.....	18
1.3.1. Objetivo General.....	18
1.3.2. Objetivos Específicos	18
CAPITULO II.....	19
2. FUNDAMENTACION TEORICA	19
2.1. Generalidades del pimiento	19
2.2.1. Sistema radical.....	20
2.2.2. Tallo principal.....	20
2.2.3. Hoja.....	20
2.2.4. Flor.....	21
2.2.5. Fruto.....	21
2.3. Pimiento hibrido variedad Nathalie	21
2.4 Características Agro-climáticas para el cultivo pimiento (<i>Capsicum annuum</i>)	21
2.5 Suelo	22
2.6 Siembra, plantación y labores culturales del pimiento	23
2.7. Importancia de la producción de pimiento bajo invernadero y campo abierto	25
CAPITULO III	27
3. MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1. Localización	27
3.2. Tipo de la investigación	28
3.3. Métodos de la investigación	28
3.4. Manejo del experimento en condiciones bajo invernadero	28
3.4.1. Condiciones del invernadero.	28
3.4.2. Diseño de la investigación bajo invernadero.	29
3.4.3. Tratamientos	29
3.5. Plantación del cultivo de <i>Capsicumm annuum</i> L. bajo invernadero.	30
3.5.1. Preparación del área para la plantación.	30
3.5.2. Plantación de <i>Capsicumm annuum</i> L. bajo invernadero.....	30
3.6. Labores culturales durante el ciclo vegetativo del pimiento bajo invernadero.	30

3.6.1.	Control de malezas.....	30
3.6.2.	Riego.....	31
3.6.3.	Control fitosanitario.....	31
3.6.4.	Tutorado.....	31
3.6.5.	Fertilización.....	31
3.7.	Manejo del experimento en condiciones de campo abierto.....	32
3.7.1.	Condiciones de campo abierto.....	32
3.7.2.	Diseño de la investigación a campo abierto.....	33
3.7.3.	Tratamientos.....	33
3.8.	Plantación del cultivo de <i>Capsicumm annuum</i> L., a campo abierto.....	34
3.8.1.	Preparación del área para la plantación.....	34
3.8.2.	Plantación del <i>Capsicumm annuum</i> L. a campo abierto.....	34
3.9.	Labores culturales durante el ciclo vegetativo a campo abierto.....	35
3.9.1.	Control de malezas:.....	35
3.9.2.	Control fitosanitario.....	35
3.9.3.	Fertilización.....	35
3.10.	Mediciones y observaciones realizadas al cultivo de pimiento en condiciones controladas (invernadero) y a campo abierto.....	35
3.10.1.	Altura de planta (cm):.....	36
3.10.2.	Número de hojas:.....	36
3.10.3.	Diámetro de tallo (mm):.....	36
3.10.4.	Largo de hoja (cm):.....	36
3.10.5.	Ancho de hoja (cm):.....	37
3.10.6.	Días a fructificación.....	37
3.10.7.	Momento de cosecha.....	37
3.11.	Mediciones fisiológicas del pimiento <i>Capsicumm annuum</i> L., en condiciones controladas (invernadero) y campo abierto.....	37
3.11.1.	Acumulación de masa verde de los órganos vegetativos del <i>Capsicumm annuum</i> L. (g):	37
3.11.2.	Acumulación de materia seca de los órganos vegetativos del <i>Capsicumm annuum</i> L. (g):	38
3.11.3.	Determinación del área foliar (m ²).....	38
3.11.4.	Potencial fotosintético (PF).....	38
3.11.5.	Tasa de asimilación neta (TAN).....	39
3.11.6.	Rendimiento Biológico:.....	39

3.11.7. Rendimiento económico (RE).....	39
3.11.8. Rendimiento agrícola:.....	39
A	39
3.12. Factores de Estudio	39
3.12.1. Variables independientes	39
3.12.2. Variables dependientes	40
3.13. Análisis estadístico	40
CAPITULO IV	41
4. RESULTADOS Y DISCUSION	41
4.1. Variación de los indicadores morfológicos a partir de diferentes distancias de plantación bajo invernadero.	41
4.1.1. Dinámica de crecimiento del cultivo <i>Capsicum annuum</i> L. (var. Nathalie).	41
4.1.2. Grosor del tallo bajo condiciones de invernadero para el cultivo de pimiento.....	42
4.1.4. Número de flores por plantas en el cultivo del <i>Capsicum annuum</i> L.	45
4.1.5. Número de frutos del pimiento en condiciones controladas.....	46
4.2. Variación de los indicadores fisiológicos para el cultivo del pimiento en condiciones de invernadero.	47
4.2.1. Acumulación de masa fresca y seca.....	47
4.2.2. Área foliar para el cultivo del pimiento, bajos cuatro distancias de plantación en condiciones de invernadero	48
4.2.3. Potencial fotosintético.....	49
4.2.4. Tasa de asimilación neta (TAN)	50
4.2.5. Rendimiento biológico, económico y agrícola de los tratamientos bajo invernadero.	51
4.3. Variación de indicadores morfológicos a partir de diferentes distancias de plantación a campo abierto para el cultivo de pimiento.	52
4.3.1. Dinámica de crecimiento del cultivo <i>Capsicum annuum</i> L. (var. Nathalie).....	52
4.3.2. Grosor del tallo bajo condiciones de campo para el cultivo del pimiento	54
4.3.3. Número de hojas para <i>Capsicum annuum</i> L. (var. Nathalie) a campo abierto	55
4.3.4. Número de flores para el pimiento a campo abierto.	56
4.3.5. Número de frutos por planta.	57
4.4. Efecto de cuatro distancias de plantación para el cultivo del pimiento a campo abierto en condiciones amazónicas sobre indicadores fisiológicos y rendimiento.....	59
4.4.1. Acumulación de masa fresca y seca del pimiento	59
4.4.3. Potencial fotosintético a campo abierto (PF).....	61
4.4.4. Tasa de Asimilación Neta (TAN)	61

4.4.5. Rendimiento biológico, económico y agrícola del cultivo del pimiento en condiciones de campo.....	62
CAPITULO V	64
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
5.1. Conclusiones.....	64
5.2. Recomendaciones	64
6. BIBLIOGRAFÍA.....	65
CAPÍTULO VII.	70
ANEXOS	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación geográfica del CIPCA y área experimental.....	19
Figura 2: Experimento bajo invernadero.....	20
Figura 3: Croquis del diseño experimental bajo invernadero.....	21
Figura 4: Preparación del terreno y delimitación de las parcelas bajo invernado.....	22
Figura 5: Abonamiento bajo invernadero.....	23
Figura 6: Área experimental a campo abierto.....	23
Figura 7: Croquis del diseño experimental a campo abierto.....	24
Figura 8: Preparación del terreno y delimitación de las parcelas a campo abierto.....	24
Figura 9: Plantación del pimiento a campo abierto.....	25
Figura 10: Abonamiento a campo abierto.....	25
Figura 11: Medición de la altura del <i>Capsicum annuum</i> L.....	26
Figura 12: Número de hojas.....	26
Figura 13: Frutos por planta.....	27
Figura 15: Materia verde para ambos experimentos.	28
Figura 16: Dinámica de crecimiento de diferentes distancias de plantación para el cultivo del pimiento <i>Capsicum annuum</i> L. bajo invernadero.....	31
Figura 17: Diámetro del tallo con diferentes distancias de plantación para el cultivo del pimiento.....	32
Figura 18: Números de hojas de las diferentes distancias de plantación para el cultivo del pimiento.....	33
Figura 19: Números de flores de las diferentes distancias de plantación para el cultivo del <i>Capsicum annuum</i> L., bajo invernadero.....	34
Figura 20: Números de frutos con diferentes distancias de plantación para el <i>Capsicum annuum</i> L. bajo invernadero.....	35

Figura 21: Dinámica de crecimiento de diferentes distancias de plantación para el cultivo del pimiento <i>Capsicum annum L.</i> , campo abierto.	41
Figura 22: Diámetro del tallo a diferentes distancias de plantación para el cultivo del pimiento en condiciones amazónicas.....	42
Figura 23: Números de hojas de las diferentes distancias de plantación para el cultivo del pimiento.....	43
Figura 24: Se reporta la variable de floración de las diferentes distancias de plantación del pimiento.....	44
Figura 25. Frutos por plantas para el pimiento en condiciones de campo.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición química del Fertiplus.....	23
Tabla 2: Contenido de peso fresco y seco del pimiento para para cada tratamiento.....	36
Tabla 3: Área foliar para el cultivo del pimiento bajo condiciones controladas (m ²)....	37
Tabla 4: Potencial fotosintético de los tratamientos.....	38
Tabla 5. Tasa de Asimilación de los cuatro tratamientos estudiados.....	39
Tabla 6: Rendimiento biológico (g), económico y agrícola según los tratamientos.....	40
Tabla 7: Valores de peso fresco y seco de órgano de planta de pimiento en dos momentos en condiciones de campo abierto (g).....	46
Tabla 8. Índice de área foliar a los 30 y 60 días de la plantación para el cultivo del pimiento.....	47
Tabla 9. Potencial fotosintético de los tratamientos.....	48
Tabla 10: Tasa de Asimilación de los cuatro tratamientos estudiados.....	48
Tabla 11: Rendimiento biológico (g), económico y agrícola según los tratamientos a campo abierto.....	49

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

Capsicum annuum L (pimiento) es una especie originaria de México, Bolivia y Perú, que con el paso de los años, se ha adaptado al cultivo en diversos países a nivel mundial. Este producto hortícola, es uno de los más demandados por los consumidores al momento de incorporarlos en una dieta alimenticia (FAO, 2010).

Arias (2013) plantea que el pimiento, es uno de los cultivos de gran demanda a nivel mundial y nacional debido a su alto consumo, este producto se utiliza en diferentes formas: en pimiento fresco, en polvo para condimentos como pimentón y para conserva. Existe una alta demanda en los mercados europeos de pimiento en frescos durante todo el año, su producción ha ido incrementando en el litoral mediterráneo español se han ido implementando nuevas técnicas de producir pimiento bajo cubierta o invernadero. A nivel mundial el cultivo de hortalizas es una actividad importante por las bondades que presenta para la alimentación humana y entre ellas se destaca el pimiento, ya que es un fruto que posee un alto contenido de vitamina C, además de ser rico en calcio y fósforo como también un alto nivel de fibra, lo que resalta sus bondades para una dieta saludable.

Borbor y Suárez (2007) manifiestan que en el Ecuador la producción de pimiento representa una cifra importante en el sector agrícola, es una especie que se cultiva tanto en la costa como en los valles interandinos. Según el último Censo Nacional Agropecuario (2000), se cultivaron 956 ha aproximadamente como monocultivo y 189 ha como cultivo asociado, siendo las principales provincias costeras de Guayas, Manabí y Esmeraldas las de mayor producción. El país comenzó a exportar en el año 1996, siendo España y Holanda los principales mercados; con el objeto de incrementar los rendimientos por hectárea de esta hortaliza, los productores pimenteros están utilizando nuevos híbridos.

Nogueira *et al.* (2007) destacan que para atender las exigencias del mercado de los cultivos hortícolas, es necesaria la introducción de nuevas formas de manejo de los sistemas de producción, tecnologías y variedades que se adapten a las condiciones climáticas locales. Estudios realizados bajo condiciones controladas (invernadero) para el pimiento destacan que es necesario que se analicen factores como humedad, temperatura, luminosidad, plagas, enfermedades, fertilización, densidad de siembra, entre otras. Muchas de las veces, los bajos rendimientos alcanzados por agricultores, se deben a que no se puede controlar

uno de los factores del clima, que durante los últimos años es una de las mayores limitantes en el proceso productivo para los agricultores.

Hoy en día muchos productores han optado por producir nuevos híbridos para incrementar los rendimientos por hectárea, Ríos (2012) refiere que el pimiento de la variedad Nathalie, tiene un ciclo de 90 días después del trasplante, que es de crecimiento rápido, fruto alargado, terminado en punta, sin hombros, de verde a rojo cuando maduro, frutos con un peso que oscila de 170 a 220 g, con una producción 140.052,00 kg/ha. La rusticidad que posee el cultivo permite que se cultive en condiciones desfavorables, así como en temperaturas muy frías con excelentes resultados. Las ventajas de sembrar la variedad Nathalie son las siguientes: los frutos sin hombros no acumula agua de lluvia, por lo que no se obtienen frutos podridos, posee excelente color y sabor, siendo estas características fundamentales para una mayor aceptabilidad por parte de los consumidores.

Martínez (2005) manifiesta que se utilizan diferentes distancias de plantación 1,20 m a 1,80 m de ancho y doble hilera 0,30 cm entre plantas, de 0,30 y 0,45 cm entre hileras, evitando que no exista competencia por la luz, agua, el contacto del fruto con el suelo y además el marco de plantación proporciona un aumento de aireación en las plantas.

Alemán *et al.*, (2014) refiere que en la región Amazónica del Ecuador, Provincia de Pastaza, son bajos los rendimientos agrícolas y biológicos para el cultivo de pimiento bajo invernadero y a campo abierto, debido a la influencia de los factores abióticos que presenta la zona, se fundamenta en que las condiciones climáticas y suelo de la región no son aptas para este cultivo por su desarrollo vegetativo.

Aún no se dispone de distancias de plantaciones óptimas para ambos sistemas de producción, porque la información con que se cuenta sobre estos estudios en relación a los rendimientos y comportamiento morfológico de la variedad (Nathalie), es una limitante al momento de la toma de decisiones para mejorar las tecnologías de producción y los rendimientos para esta hortaliza en la Amazonía.

Es por tales razones que el problema de investigación está enfocado:

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La Región Amazónica Ecuatoriana posee limitada experiencia en la producción de pimiento en condiciones de invernadero y campo abierto y no se dispone de distancias de plantación apropiadas para este cultivo.

1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

¿Cómo incrementar el desarrollo morfofisiológico y rendimiento agrícola en condiciones de campo e invernadero bajo diferentes distancias de plantación, para el cultivo *Capsicum annuum* L. (pimiento) variedad Nathalie en el áreas del CIPCA?

1.3.OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de diferentes distancias de plantación para el cultivo *Capsicum annuum* L. (pimiento) variedad Nathalie, sobre parámetros morfofisiológicos y agrícola en condiciones de campo y controladas en el área del CIPCA.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar indicadores morfofisiológicos y de comportamiento agronómico en el cultivo de *Capsicum annuum* (pimiento) variedad Nathalie en condiciones de campo y controladas con diferentes distancias de plantación.
- Determinar el índice de cosecha, rendimiento biológico y agrícola para el cultivo *Capsicum annuum* L. (pimiento) variedad Nathalie en el área del CIPCA

CAPITULO II

2. FUNDAMENTACION TEORICA

2.1. Generalidades del pimiento

Collantes (2015) indica que el pimiento es un pequeño arbusto anual de 0,75 a 1,0 m de alto, perteneciente a la familia de las Solanáceas, que tiene un tallo frágil, erecto y verde, con ramas que se dividen en dos partes, sus hojas son grandes de color verde intenso brillante, de forma oblonga (más largas que anchas), lanceolada o globosa. Sus flores son escasas de color blanco o blanco amarillentas. Su densidad de siembra es aproximadamente 30.000 plantas por hectáreas su propagación se realiza por semillas. La cosecha inicia aproximadamente desde los 90 y 115 días después de la siembra o plantación y su ciclo de vida vegetativa dura dos o tres meses después de la primera cosecha. Se adapta bien a los climas cálidos y no toleran las heladas. Necesita una precipitación de 1000mm, es una planta de día corto donde necesita una temperatura de 21 a 26 °C, se debe procurar no bajar de 16 °C.

Alemán *et al.*, (2017) refieren que en campo abierto las plantas de pimiento a los 70 días después del trasplante obtuvieron una altura de 63 cm de alto, mientras que bajo invernadero las plantas resultaron con mayor altura de 136,3 cm existiendo diferencias significativas entre los tratamientos, esta variable está en función a la luminosidad, si es baja los entrenudos de los tallos del pimiento se alargan resultando mayor altura a la planta y tomando en cuenta que bajo invernadero se puede controlar factores como humedad, temperatura, luminosidad, plagas, enfermedades, fertilización, densidad de siembra, entre otras.

2.2. Taxonomía del pimiento

Según Ríos (2011), la clasificación botánica del pimiento se resume de la siguiente manera, pertenecen al Reino Vegetal, Sub-Reino Embriobionta, División Magnoliophyta, Sub- División Magnoliopsida, Clase Asteridae, Orden Solanales, Familia Solanaceae, Género Capsicum, y a la Especie Annum.

2.2.1. Sistema radical

Ríos (2012) afirma que la planta de pimiento posee una raíz pivotante y profunda (dependiendo de la profundidad y textura del suelo), posee numerosas raíces adventicias que se desarrollan horizontalmente, pueden alcanzar una longitud comprendida entre 50 cm y 1 m.

2.2.2. Tallo principal

Pérez (2014) manifiesta que el tallo del pimiento es de crecimiento erecto, alcanzando una altura de 30 a 45 cm a partir de cierta altura (“cruz”) emite 2 o 3 ramificaciones dependiendo de la variedad y continúa ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo, con un diámetro de tallo 1 a 2,02 cm, los tallos secundarios se bifurcan después de emitir varias hojas, y así sucesivamente.

Pérez *et al.*, (2011) reportó que las plantas de pimiento obtuvieron una diámetro del tallo, en un rango de 1,5 a 1,7 cm, que le permite a la planta tener buen soporte de ramas y frutos.

Alemán *et al.*, (2017) refieren que los valores obtenidos en grosor del tallo bajo invernadero va de 0,54 a 0,57 cm esta variable es un indicador de vigor y fortaleza de las plantas de pimiento de la variedad Nathalie.

2.2.3. Hoja

Orellana y León (2011) describen que la hoja del pimiento es entera, lampiña y lanceolada, con un ápice muy pronunciado acuminado con un pecíolo largo y poco aparente. El haz es glabro (liso y suave al tacto), de color verde más o menos intenso dependiendo de la variedad y brillante. El nervio principal parte de la base de la hoja, como una prolongación del pecíolo, del mismo modo que las nervaduras secundarias que son pronunciadas y llegan casi al borde de la hoja. La inserción de las hojas en el tallo tiene lugar de forma alterna y su tamaño es variable en función de la variedad, existiendo cierta correlación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio del fruto.

Alemán *et al.*, (2017) refieren que la producción de las hojas bajo invernadero y a campo abierto correspondieron a los resultados de 50,3 y 80,3 hojas existiendo diferencias significativas a los 72 días después del trasplante, es un indicador a considerarse para el cultivo de pimiento, debido a que son variedades con crecimiento indeterminado y las hojas son un órgano fundamental para proceso fotosintético de este cultivo.

2.2.4. Flor

Morales y Pachacama (2011) manifiestan que las flores del pimiento aparecen solitarias, está constituida por flores blanquecinas localizadas en las axilas de las hojas, contándose una flor por nudo. Están formadas por cinco pétalos unidos y cinco independientes.

2.2.5. Fruto

Cartagena (2004) describe que el fruto de pimiento es una baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, de color variable (blanco, rojo, amarillo, naranja, violeta o verde); algunas variedades van pasando del verde al anaranjado y al rojo a medida que van madurando. Su tamaño es variable, pesa desde escasos gramos hasta más de 500 g. Las semillas se encuentran insertas en una placenta cónica de disposición central. Son redondeadas, ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5 mm.

Reyes *et al.*, (2017) refieren que número de frutos por planta del pimiento osciló entre 33,67 y 14,66 frutos esto puede atribuirse a los factores que las plantas requieren para su desarrollo.

Pérez *et al.*, (2011) manifiestan que los frutos obtenidos por planta osciló de 7,2 a 11,8 frutos, tomando en cuenta que en este experimento se estudió variedades híbridas de pimiento.

2.3. Pimiento híbrido variedad Nathalie

Ríos (2012) refiere que el pimiento de la variedad Nathalie F1, tiene un ciclo de 90 días después del trasplante, es una planta de crecimiento alto, fruto alargado, con un peso promedio de 170 g a 220 g, frutos sin hombros, son de color verde a rojo cuando maduro. La rusticidad que posee el cultivo permite que se cultive en condiciones desfavorables, así como en temperaturas muy frías con excelentes resultados. Presentan mayor espesura de pared, longevidad de producción, ausencia de taza en la inserción del pedúnculo, cascara lisa y verde brillante, no acumula agua de lluvia y evita menos frutos podridos, larga vida post-cosecha por haber menos deshidratación.

2.4 Características Agro-climáticas para el cultivo pimiento (*Capsicum annum L.*)

Diho (2008) anuncia que temperaturas bajas no favorecen el desarrollo del botón floral, temperaturas entre 10°C y 15°C da lugar a la deformación de las flores y la caída de las

mismas con alguna de las siguientes anomalías: con pétalos curvados y sin desarrollar, formación de múltiples ovarios que pueden evolucionar a frutos distribuidos alrededor del principal, acortamiento de estambres y de pistilos, engrosamiento de ovario y pistilo, fusión de anteras, etc. De la misma manera inducen a la formación de frutos de menor tamaño, que pueden presentar deformaciones, reducen la viabilidad del polen y favorecen la formación de frutos partenocárpicos.

La humedad relativa óptima de aire oscila entre el 50 - 70 %. Si la humedad es más alta, provoca el desarrollo de enfermedades en las partes de la planta, y dificulta la fecundación y si por el contrario la humedad es demasiado baja, durante el verano, con temperaturas altas, se produce las plantas aborten a las flores y frutos recién cuajados. Solo después del cuajado de los primeros frutos la planta tiende a equilibrar la vegetación y fructificación. Además el pimiento es una planta de clima fresco, que soporta bien temperaturas de 18°C a 30°C, lo cual indica que en los trópicos debe sembrarse en los meses de invierno, o en lugares altos, (Moreno *et al.*, 2004).

Si se cultiva en temperaturas superiores a 35°C, la fructificación es pobre y los frutos se queman o escaldan por la acción de los rayos solares.

Berrios, Arredondo, Tjalling, (2007) refieren que las plantas absorben radiación en sus células de clorofila de una longitud de onda que va desde 400 - 700 nm y lo usan como energía para la fotosíntesis para transformar CO₂ en azúcar. Esta radiación es llamada RAF (Radiación Activa Fotosintética), expresado en $J \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ RAF determina la cantidad de azúcar producida en las hojas durante la fotosíntesis. Mientras más alta es la cantidad producida de azúcares, la planta puede soportar mayor carga de fruta, por lo tanto, el rendimiento es mayor. RAF es responsable del 45-50 % de la radiación global (300 - 1100 nm). Muchos sistemas de control computarizados en invernaderos usan mediciones de radiación.

2.5 Suelo

Domínguez (2009) manifiesta que los suelos adecuados para el cultivo de pimiento son los franco – arenosos, profundos, ricos, que contenga una proporción de materia orgánica del 3 - 4 % y suelos bien drenados. Por su parte los valores de pH óptimos oscilan entre 6,5 y 7 aunque puede resistir ciertas condiciones de acidez (hasta un pH de 5,5); en suelos

enarenados puede cultivarse con valores de pH próximos a 8. En cuanto al agua de riego el pH óptimo es de 5,5 a 7.

La preparación del terreno antes de la siembra es una de las prácticas agrícolas de mayor importancia. Una adecuada preparación del terreno facilitará el crecimiento y desarrollo óptimo de las raíces de la planta, lo que facilitará la extracción del agua y los nutrimentos del suelo. Mediante esta práctica se incorporan residuos vegetales existentes, se mejora la aireación y el drenaje del suelo, se facilita la descomposición de la materia orgánica y se favorece el control de plagas y enfermedades del suelo, (Martínez ,2005).

AGRIPAC (2012), plantea que se debe revisar las condiciones del suelo para su óptimo desarrollo en las plantas.

2.6 Siembra, plantación y labores culturales del pimiento

Para la producción de pimiento se recomienda la propagación por semilla. Para una hectárea se requieren 600 a 700 g de semilla, las mismas que no deben tener menos de 83% de germinación. Es importante tomar en cuenta las siguientes consideraciones a la hora de preparar un buen semillero: para siembra se debe remojar la semilla durante 18 a 24 horas en agua corriente, después en agua caliente de 4 a 8 horas o en leche por 12 horas. Además la temperatura óptima de germinación se encuentra entre 18 °C y 35 °C. La semilla debe ser desinfectada con Vitavax® de 100 - 200 g/100 kg de semilla para evitar problemas de enfermedades posteriormente (AGRIPAC, 2000).

El trasplante de plántulas se debe realizar a los 30 - 35 días después de la germinación cuando, las plántulas tengan una altura mínima de 15 cm, de 4 a 5 hojas verdaderas. Es recomendable realizarlo en las primeras horas de la mañana o en las horas más frías de la tarde para disminuir el estrés de las plantas y así obtener buenos resultados de supervivencia de las. Además se debe aplicar un desinfectante de las raíces (Captan y Terraclor) antes del trasplante, (Villavicencio y Vásquez, 2008).

Eco Agricultor (2014), reporta que el marco de plantación se da en función al porte de la planta, que a su vez depende de la variedad comercial cultivada. La distancia más frecuentemente empleada en los invernaderos es de 1 m entre líneas y 0,5 m entre plantas, aunque cuando se trata de plantas de porte medio y según el tipo de poda de formación, es posible aumentar la densidad de plantación a 2,5 -3 plantas por m². También es frecuente disponer líneas de cultivo pareadas, distantes entre sí 0,80 m y dejar pasillos de 1,2 m entre

cada par de líneas con objeto de favorecer la realización de las labores culturales, evitando daños indeseables al cultivo. Bajo invernadero la densidad de plantación suele ser de 20,000 a 25,000 plantas/ha. Al aire libre se suele llegar hasta las 60,000 plantas/ha.

La poda de formación es una práctica cultural normal en condiciones de invernadero, existen diferentes formas de poda con efecto de frutos que poseen, mayor calidad para la comercialización. La poda sobre las hortalizas permite mantener a las plantas, vigorosas y ventiladas, para que los frutos no estén ocultos por el follaje, con seguridad de la insolación (Agropecuarios, 2014).

El manejo del número de tallos con el que se desarrolla la hortaliza de manera normal es de 2 o 3 ramificaciones. En las situaciones necesarias se realizará una limpieza de hojas y brotes situadas bajo la “cruz” (Eco Agricultor, 2014). Además indica que se debe realizar el tutorado para que la planta se mantenga erguida, ya que los tallos del pimiento se parten con mucha facilidad. Las plantas en invernadero son más tiernas y alcanzan una mayor altura, por ello se emplean tutores que faciliten las labores de cultivo y aumente la ventilación.

Es importante realizar el deshierbe o retiro de malezas, durante el ciclo vegetativo del pimiento en condiciones de campo abierto y bajo invernadero, las malezas deben ser controladas mediante tres o cuatro deshierbas, utilizando pequeñas herramientas manuales de labranza como azadillas, binadoras, escarificadores o deshierbadoras mecánicas que vienen aperadas con cuchillas afiladas de acero templado. Las labores de deshierbe deben practicarse con mucho cuidado para evitar causar el movimiento de las raíces y provocar averías en el sistema radicular de las plantas (Suquilanda, 2002).

El mismo autor manifiesta que el aclareo de frutos es recomendable (eliminar el fruto que se forma en la primera “cruz”) con el fin de obtener frutos de mayor tamaño, uniformidad y precocidad, y obtener mayores rendimientos. En plantas con escaso vigor o endurecidas por el frío, una elevada salinidad o condiciones ambientales desfavorables en general, se producen frutos muy pequeños y de mala calidad que deben ser eliminados mediante aclareo

2.7. Importancia de la producción de pimiento bajo invernadero y campo abierto

La Amazonia Ecuatoriana, es una región con baja producción de hortalizas por las limitantes que existen; sin embargo, el pimiento (*Capsicum annuum* L.), resulta un cultivo muy rentable, hoy en día existen algunas investigaciones, las cuales indican que se puede producir hortalizas, bajo invernadero y a campo abierto.

Moreno *et al.*, (2011) manifiestan que las plantas de pimiento alcanzaron una altura máxima de 80,9 cm y una mínima de 50 cm, estas diferencias están dadas por la longitud de los entrenudos y no por los números de entrenudos, obtuvieron un promedio de 11,8 frutos por planta, su peso promedio fue de 178,7 g, con una longitud de 9,2 cm ancho y 8,5 cm de largo.

Los valores obtenidos en grosor del tallo bajo invernadero fluctúa entre 0,54 - 0,57 cm en la variedad Nathalie del pimiento. Esta variable es un indicador de vigor y fortaleza de las plantas, el porcentaje de materia seca obtenido bajo invernadero fue de 188 g a los 25 días, esto indica que bajo invernadero se puede controlar la humedad, y ello provoca mayor crecimiento vegetativo del pimiento (Alemán *et al* 2017)

Según Cabalceta *et al.*, (2017), la producción de 15 genotipos bajo invernadero presentaron un rango de crecimiento en altura entre 0,82 m a 1,44 m, esta variable está relacionada con la cantidad de nudos o la longitud de sus entrenudos, en el mismo experimento se obtuvo una área foliar de 1,22 m² bajo invernadero.

Pérez *et al.*, (2017) plantean que en la producción de *Capsicumm annuum* L., a campo abierto los mejores indicadores fueron grosor del tallo 0,6 a 1,3 cm además de parámetros de rendimiento agrícola, se obtuvieron 9 frutos por planta, con un peso total de frutos 975,80 g, y una área foliar de 0,95 m²

Rodríguez *et al.*, (2014) manifiestan que el pimiento emite dos o tres ramificaciones, en dependencia de la variedad, y continúa ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo, los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas, y así sucesivamente. Presentaron rendimientos de 1,15 kg/planta a 0,77 kg/ planta.

En mismo autor plantea que el rendimiento potencial del pimiento a campo abierto osciló entre 11y 13 t.ha⁻¹, el peso de los frutos obtenido en la investigación fue de 232 g aproximadamente.

Según Reyes *et al.*, (2017) refiere que el número de frutos por planta del pimiento osciló entre 33,67 y 14,66 frutos esto puede atribuirse a los factores que las plantas requieren para su desarrollo, el diámetro de los frutos con mayor resultado para esta investigación a la primera cosecha fue 11,78 cm sin presentar diferencias significativas con los demás tratamientos.

Alemán *et al.*, (2017) manifiestan que el rendimiento biológico bajo invernadero fue mayor que las de campo abierto con el 46,9 g y 22,4 g existiendo diferencias significativas entre los experimentos, los resultados obtenidos a los 72 días de rendimiento económico bajo invernadero 17,6 g y a campo abierto con 9,5 g de rendimientos económico. El rendimiento agrícola obtenido en este experimento es de 4,9 y 6,4 kg m⁻² son aceptables para el pimiento en condiciones de la Amazonia Ecuatoriana.

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

El experimento se desarrolló en la provincia de Napo, específicamente en el área de producción hortícola del Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica Ecuatoriana CIPCA, localizado en el Cantón Arosemena Tola, (SIG-UEA, 2017), (Figura 1).

El CIPCA presenta un clima tropical donde la precipitación anual alcanza los 4000 mm, la humedad relativa es del 80% y la temperatura varía entre 15 a 25 °C. La topografía del área de producción hortícola se caracteriza por relieve ligeramente ondulado sin pendientes pronunciadas;



Figura 1. Ubicación geográfica del CIPCA y área experimental

3.2. Tipo de la investigación

El tipo de investigación empleada en el presente estudio fue experimental y aplicada, porque, plantea un experimento en el campo utilizando un diseño de bloques al azar donde se evaluaron las variables, para ello se evaluaron cuatro distancias de plantación con tres replicas cada tratamiento, los datos que se obtienen provienen de las mediciones de las plantas que están ubicadas en cada parcela con la finalidad de obtener las relaciones existentes entre estas, de tal manera que se pueda llegar a conclusiones relativa de acuerdo al ciclo vegetativo del cultivo del pimiento en condiciones de campo y bajo invernadero para la amazonia y cumplir los objetivos propuestos.

3.3. Métodos de la investigación

El método de investigación aplica un diseño experimental, ya que el interés se centra en explicar el comportamiento del cultivo del pimiento bajo diferentes distancias de plantación y su comportamiento morfológico a través de diferentes variables que se medirán, relacionado además con el rendimiento del cultivo. Este método consiste en organizar deliberadamente condiciones de acuerdo a un plan previo con el fin de investigar las posibles relaciones causa efecto, exponiendo a una o más grupos empírico exponiendo a la acción de una variable experimental y contrastando sus resultados con el mismo u otro grupo de comparación

3.4. Manejo del experimento en condiciones bajo invernadero

3.4.1. Condiciones del invernadero

El experimento se realizó en el área de producción hortícola con las siguientes dimensiones, bajo invernadero, las longitudes de las parcelas fueron de 3,70 m de largo por 1,20 m de ancho, un espacio entre parcela de 0,70 m para un área total del invernadero es de 120 m² (Figura 2).



Figura 2: Experimento bajo invernadero

3.4.2. Diseño de la investigación bajo invernadero.

El diseño experimental utilizado bajo invernadero, fue de bloque al azar, para este estudio de plantación, consto de cuatro tratamientos con tres repeticiones, se empleó 12 parcelas (Figura 3).

0,20* 0,40 T1R1	0,50*0,40 T4R2	0,40*0,40 T3R3
0,30*0,40 T2R1	0,20* 0,40 T1R2	0,50*0,40 T4R3
0,40*0,40 T3R1	0,30*0,40 T2R2	0,20* 0,40 T1R3
0,50*0,40 T4R1	0,40*0,40 T3R2	0,30*0,40 T2R3

Figura 3: Croquis del diseño experimental bajo invernadero

3.4.3. Tratamientos

Se utilizaron cuatro tratamientos relacionados a la distancia de plantación para el cultivo del pimiento bajo invernadero con las siguientes combinaciones de distancias entre hileras y entre plantas.

- ✓ T1: 0,40 m *0,20 m

- ✓ T2: 0,40 m*0,30 m
- ✓ T3: 0,40 m*0,40 m
- ✓ T4: 0,40 m*0,50 m

3.5. Plantación del cultivo de *Capsicumm annuum* L. bajo invernadero.

3.5.1. Preparación del área para la plantación.

Se realizó la limpieza del terreno del invernadero, utilizando materiales apropiados para el suelo, para el retirar troncos y raíces se utilizaron machetes y palas. Con la ayuda de un azadón se procedió al movimiento de la tierra con una profundidad de 0,30 cm, (Figura 4), Posteriormente se realizó la delimitación de cada parcela con sus diferentes distancias de plantación en el área de trabajo.



Figura 4: Preparación del terreno y delimitación de las parcelas bajo invernadero.

3.5.2. Plantación de *Capsicumm annuum* L. bajo invernadero

A los 28 días se realizó la plantación del pimiento bajo invernadero, tomando en cuenta que las plántulas tenían 4 hojas verdaderas, buen grosor del tallo y buena salud (Anexo 1).

3.6. Labores culturales durante el ciclo vegetativo del pimiento bajo invernadero.

3.6.1. Control de malezas

Se realizó el control de malezas una vez a la semana durante todo el ciclo vegetativo del pimiento, utilizando un rastrillo y azadón para el movimiento de la tierra y retiro de malezas (Anexo 2).

3.6.2. Riego

Para abastecer de agua a las plantas bajo invernadero se utilizó riego por goteo cada 3 días por una hora por cada tratamiento, esto se realizó en las horas frescas, en dependencia del clima. En los días soleados se tuvo una frecuencia de riego de dos veces al día debido al incremento de la temperatura con media hora en la mañana y media hora en la tarde (Anexo 3).

3.6.3. Control fitosanitario

Para prevenir las plagas en el experimento se aplicó a los 5 y 10 días después la plantación, Cipermetrina insecticida del grupo de los piretroides, en dosis de $10 \text{ cm}^3 / 20$ litros de agua aplicando una ligera rociada sobre el follaje de la planta, con bomba de mochila.

3.6.4. Tutorado

El tutorado se realizó a partir de los 30 días después de la plantación, se utilizó 2 rollos de piola plástica, se sujetó en el tallo de la planta para que se mantenga en una posición firme (Anexo 4)

3.6.5. Fertilización

Como fertilizante de fondo se aplicó 1 kg de abono orgánico por planta, lo que permitió a la planta formar rápidamente raíces que ayudan alimentarse, crecer y fructificar, y a los 30 días después de la plantación se agregó 1,5 kg de abono extra a cada planta con el fin de que los frutos que continúen saliendo sean de buena calidad y buen tamaño (figura 5).

La fertilización foliar se realizó cuando las plantas de pimiento presentaron la primera floración se aplicó Fertiplus utilizando una mochila manual. La frecuencia de aplicación fue 3 veces durante el ciclo vegetativo, en dosis de $5 \text{ cm}^3 / 10$ litros de agua. (Tabla 1)



Figura 5: Abonamiento bajo invernadero

Tabla 1. Composición química del Fertiplus

INGREDIENTE ACTIVO	% EN PESO
Ácidos Húmicos	12.00
Nitrógeno	8.00
Fósforo (P ₂ O ₅)	20.00
Potasio (K ₂ O)	5.00
Quelatos	5.00
Fierro	1.00
Manganeso	1.00
Boro	1.00
Zinc	1.00
DILUYENTES	46.00

Fuente: Agahusa, agrobiologicos (2017)

3.7. Manejo del experimento en condiciones de campo abierto

3.7.1. Condiciones de campo abierto.

El experimento a campo abierto se realizó en el área de producción hortícola con las siguientes dimensiones, a campo abierto, longitud 5 metros de largo por 1,20 m de ancho y un espacio entre parcela de 1 m para un área total de 123,2 m² (Figura 6).



Figura 6: Área experimental a campo abierto

3.7.2. Diseño de la investigación a campo abierto

El diseño experimental utilizado para la parcela a campo abierto, es de bloques al azar, para este estudio de plantación consto de cuatro tratamientos con tres repeticiones, se empleó 12 parcelas (Figura 7).

0,20* 0,40 T1R1	0,50*0,40 T4R2	0,40*0,40 T3R3
0,30*0,40 T2R1	0,20* 0,40 T1R2	0,50*0,40 T4R3
0,40*0,40 T3R1	0,30*0,40 T2R2	0,20* 0,40 T1R3
0,50*0,40 T4R1	0,40*0,40 T3R2	0,30*0,40 T2R3

Figura 7: Croquis del diseño experimental a campo abierto

3.7.3. Tratamientos

Se usaron cuatro tratamientos relacionados a la distancia de plantación para el cultivo del pimiento, a campo abierto:

- ✓ T1: 0,40 m * 0,20 m
- ✓ T2: 0,40 m * 0,30 m
- ✓ T3: 0,40 m * 0,40 m
- ✓ T4: 0,40 m * 0,50 m

3.8. Plantación del cultivo de *Capsicumm annuum* L., a campo abierto.

3.8.1. Preparación del área para la plantación

Se realizó la limpieza del terreno, utilizando materiales apropiados para el suelo, para él retiró de troncos y raíces se utilizó machete y palas. Con la ayuda de un azadón se procedió al movimiento de la tierra con una profundidad de 0,30 cm (Figura 8), Posteriormente se realizó la delimitación de cada parcela con sus diferentes distancias de plantación en el área de trabajo.



Figura 8: Preparación del terreno y delimitación de las parcelas a campo abierto.

3.8.2. Plantación del *Capsicumm annuum* L. a campo abierto

A los 28 días se realizó la plantación del pimiento a campo abierto tomando en cuenta que las plántulas tenían 4 hojas verdaderas, buen grosor del tallo y buena salud. Efectuándose la plantación en las parcelas, (Figura 9).



Figura 9: Plantación del pimiento a campo abierto.

3.9. Labores culturales durante el ciclo vegetativo a campo abierto

3.9.1. Control de malezas:

Se realizó el control de malezas una vez a la semana durante todo el ciclo vegetativo del pimiento, utilizando un rastrillo y azadón para el movimiento de la tierra y retiro de malezas (Anexo 5).

3.9.2. Control fitosanitario

Para prevenir las plagas en el experimento se aplicó a los 5 y 10 días después la plantación, Cipermetrina insecticida del grupo de los piretroides, en dosis de $10 \text{ cm}^3 / 20$ litros de agua aplicando una ligera rociada sobre el follaje de la planta.

3.9.3. Fertilización

Como fertilizante de fondo se aplicó 1kg de abono orgánico por planta, lo que permitió a la planta formar rápidamente raíces que ayuden alimentarse, crecer y fructificar. Además a los 30 días después de la plantación se agregó 1,5 kg de abono extra a cada planta con el fin de que los frutos que continúen saliendo sean de buena calidad y buen tamaño (Figura 10).

La fertilización foliar se realizó cuando las plantas de pimiento presentaron la primera floración, se aplicó Fertiplus utilizando una mochila manual. La frecuencia de aplicación fue 3 veces durante el ciclo vegetativo, en dosis de $5 \text{ cm}^3 / 10$ litro de agua (Tabla 2)



Figura10: Abonamiento a campo abierto

3.10. Mediciones y observaciones realizadas al cultivo de pimiento en condiciones controladas (invernadero) y a campo abierto.

Se realizaron evaluaciones morfológicas y fisiológicas cada 10 días hasta la culminación del ciclo vegetativo del cultivo, seleccionando 10 plantas al azar de cada replica.

3.10.1. Altura de planta (cm):

Se midió desde la superficie del suelo hasta la yema apical, con la utilización de un flexómetro (Figura 11), desde los 10 a los 70 días después de la plantación con la finalidad de determinar la dinámica de crecimiento del cultivo.



Figura 11: Medición de la altura del *Capsicum annuum* L.

3.10.2. Número de hojas:

Se realizó el conteo de las hojas verdaderas durante el ciclo vegetativo de 10 plantas / réplica del pimiento (Figura 12).



Figura 12: Número de hojas

3.10.3. Diámetro de tallo (cm):

Para esta medición se utilizó un calibrador, donde se mide a 1 cm de alto desde el suelo.

3.10.4. Largo de hoja (cm):

Las mediciones se realizaron desde la base hasta la parte final de la hoja (ápice), para esta evaluación se utilizó una regla o cinta métrica (cm).

3.10.5. Ancho de hoja (cm):

Se realizó la medición desde el margen izquierdo al derecho de la hoja en la parte central, para la medición se utilizó una regla o cinta métrica (cm).

3.10.6. Número de flores y frutos

Se evaluó el inicio de la floración y fructificación del pimiento, cuando las plantas alcanzaron el 15% de su floración y fructificación, además a las plantas se consideran fructificación masiva cuando alcanzaron el 75 % de fructificación (Figura 13).



Figura13: Frutos por planta

3.10.7. Momento de cosecha.

Mediante una evaluación de la maduración de frutos o cuando estos alcanzaron un color verde intenso y brillante en un 60% de las plantas, se procedió a la cosecha bajo invernadero la primera cosechó se realizó a los 60 días, y a campo abierto se cosecho a los 70 días (Figura 14).

3.11. Mediciones fisiológicas del pimiento *Capsicumm annum* L., en condiciones controladas (invernadero) y campo abierto.

3.11.1. Acumulación de masa verde de los órganos vegetativos del *Capsicumm annum* L. (g):

A los 30 y 60 días después de la plantación se tomó una planta al azar de cada tratamiento, se procedió al pesaje de cada órgano vegetativo (Figura 15).



Figura 15: Materia verde para ambos experimentos.

3.11.2. Acumulación de materia seca de los órganos vegetativos del *Capsicum annuum* L. (g):

A los 30 y 60 días se tomó una planta al azar por réplica de cada tratamiento que una vez pesada en materia verde se procedió a deshidratarla, para la determinación de materia seca de cada órgano como: raíz, tallo, hojas, flores y frutos, fueron pesados, en donde se determinó el peso fresco de cada órgano y luego se colocó en una estufa hasta obtener peso constante del experimento.

3.11.3. Determinación del área foliar (m²)

A los 30 y 60 días se midió el largo y ancho de todas la hojas de las 10 plantas por tratamiento donde se procede a sacar el promedio de ambas variables, por ende se realizó la sumatoria de ambas variables para obtener el área foliar.

3.11.4. Potencial fotosintético (PF)

Se calculó utilizando los dos valores de área foliar medidos, mediante la siguiente fórmula:

$$PF = \sum \left(\frac{A_f + A_i}{2} \right) \cdot t$$

- **PF:** potencial fotosintético
- **Af:** área final
- **Ai:** área inicial
- **T:** tiempo

El potencial fotosintético (PF) expresa la superficie foliar media de hojas vivas que ha trabajado a lo largo del ciclo de la planta.

3.11.5. Tasa de asimilación neta (TAN)

Se realizó a los 30 y 60 días, la cantidad de masa seca producida por la unidad de área foliar en un día de trabajo, expresada en $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$. Para el cálculo se utilizó la fórmula:

$$TAN = \frac{2 \cdot (P_f - P_i)}{(A_f - A_i) \cdot (t_f - t_i)}$$

- PF = peso seco inicial por planta (primera evaluación)
- PI = peso seco final por planta (segunda evaluación)
- AI= área foliar inicial por planta
- AF= área foliar final por planta
- Tf = es tiempo final en días de emergencia,
- TI= es tiempo inicial en días de emergencia

3.11.6. Rendimiento Biológico:

Se realizó la sumatoria del peso seco de todos los órganos, (hoja, raíz, tallo) por tratamientos en dos momentos.

3.11.7. Rendimiento económico (RE):

Se determinara por medio de la producción de materia seca producida por las hojas de la planta de cada tratamiento

3.11.8. Rendimiento agrícola:

A los 73 y 60 días en ambos experimentos se determinó rendimiento agrícola (kg m^{-2}), en donde en un metro cuadrado se promedia el peso total de los frutos y el número de frutos por planta.

3.12. Factores de Estudio

3.12.1. Variables independientes

Se utilizó diferente distancia de plantación para ambos experimentos, cada distancia tuvo 3 repeticiones (**T1**) $0,40 * 0,20$; (**T2**) $0,40 * 0,30$; (**T3**) $0,40 * 0,40$ y (**T4**) $0,40 * 0,50$, donde se evaluaron 10 plantas por cada replica.

3.12.2. Variables dependientes

Evaluación altura de la planta (cm), diámetro del tallo (mm), número de hojas, largo y ancho de las hojas, número de flores y frutos, materia fresca y seca.

3.13. Análisis estadístico

$y_{ij} = \mu + \tau_i + R_j + \varepsilon_{ij}$ Se utilizó el modelo estadístico correspondiente al diseño planteado y definido por el modelo matemático siguiente:

Dónde:

y_{ij} : Variables medidas en el experimento μ :
media general a todas las observaciones

τ_i : Efecto de tratamiento $i= 1, 2, 3$ y 4 ,

R_j : Efecto de las réplicas $j=1, 2$ y 3

ε_{ij} : Error aleatorio normalmente distribuido con media 0 y varianza constante Se realizaron los ANAVA correspondientes y se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% en el caso en que las diferencias entre tratamientos resultaran significativas. Para el análisis del crecimiento de las especies se realizaron gráficos que muestran el comportamiento de las especies en las diferentes variables.

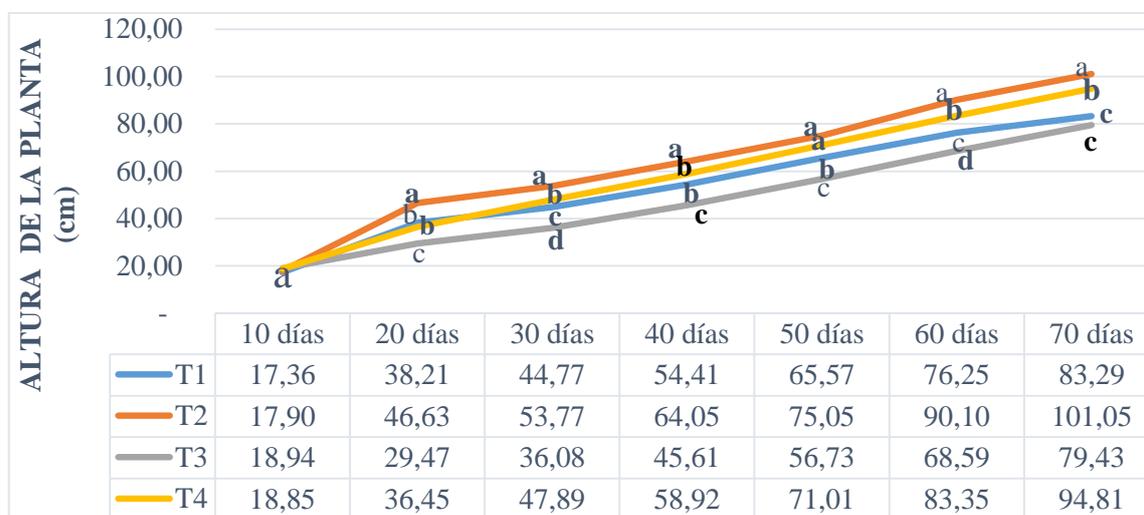
CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Variación de los indicadores morfológicos a partir de diferentes distancias de plantación bajo invernadero.

4.1.1. Dinámica de crecimiento del cultivo *Capsicum annuum* L. (var. Nathalie).

En la Figura 16, se muestra la dinámica de crecimiento del cultivo de pimiento en condiciones de invernadero, desde los 10 hasta los 70 días, siendo el tratamiento de mayor altura el T2 0,40 m x 0,30 m con una altura promedio de 101,05 cm, presentando diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) con los demás tratamientos estudiados desde los 20 hasta los 70 días (Anexo 7), seguido por el tratamiento T4 0,40 m x 0,50 m con una altura de 94,81 cm. Los tratamientos T1 y T3 fueron los de menor altura con 83,29 cm y 79,43 cm respectivamente sin diferencias significativas entre ellos.



Leyenda: Letras diferentes denotan diferencia estadística para $p \leq 0,05$ con prueba de Tukey.

Figura16: Dinámica de crecimiento de diferentes distancias de plantación para el cultivo del pimiento *Capsicum annuum* L. bajo invernadero.

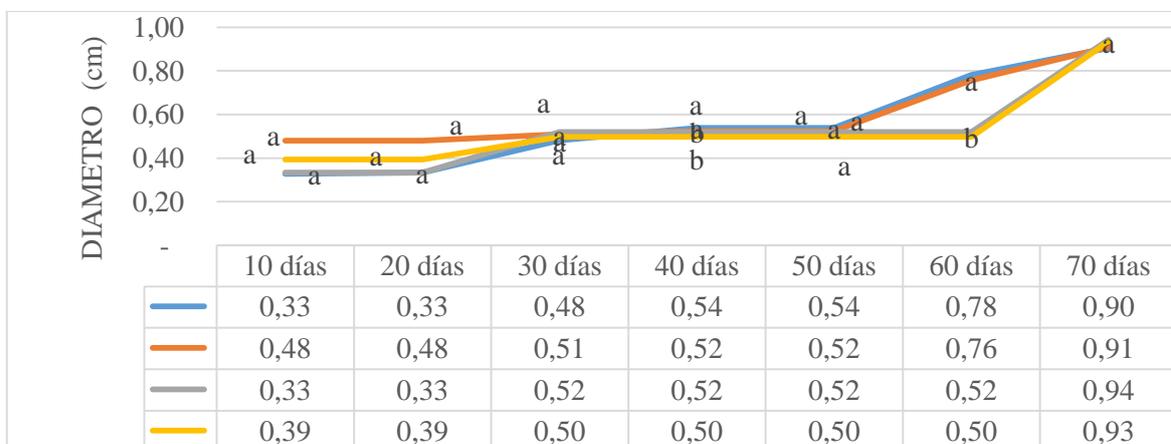
Este comportamiento en altura del T2 0,40 m x 0,30 m pudiera estar dado por el marco de plantación planteado en esta investigación para el cultivo del pimiento en condiciones controladas, esto no corresponde a lo planteado por Jovicich *et al.*, (2004) y Seifi *et al.*,

(2012) señalan que para el cultivo del pimiento, en algunas ocasiones, la altura de la planta es mayor conforme aumenta la densidad de siembra, pero en otras investigaciones se han encontrado resultados diferentes o contrarios como lo manifiesta Aminifarnrd *et al.*(2012), esto se debe a que las plantas están con escasa iluminación y comienza a ahilar para evitar que se debiliten por falta de luz solar.

Por otra parte, se tienen informes de que el pimiento en condiciones controladas, al utilizar densidades de siembra entre 1,56 – 6,0 plantas/m², la altura puede variar entre 0,49 y 2,24 m (Reséndiz *et al.*, 2010 y Moreno *et al.*, 2011). Los datos obtenidos en este proyecto coinciden con lo informado en la literatura.

4.1.2. Grosor del tallo bajo condiciones de invernadero para el cultivo de pimiento

En cuanto al parámetro morfológico del grosor de tallo para el pimiento, se observa que no existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados desde los 10 hasta los 60 días después de la plantación (Anexo 8), durante su ciclo vegetativo (Figura 17), los tratamientos de mejor comportamiento en cuanto a grosor a los 70 días corresponden T3 y T4 con 0,94 cm y 0,93 cm respectivamente, seguido de los tratamientos T2 0,91 cm y T1 0,90 cm. Se puede observar un incremento progresivo en cuanto a este parámetro para todos los tratamientos durante su fase de crecimiento manteniéndose casi constante en el desarrollo del cultivo bajo condiciones de invernadero, sin embargo a los 60 días existen diferencias significativas entre los tratamientos en donde los tratamientos T1 y T2 tienen un crecimiento progresivo en cambio los tratamientos T3 y T4 el comportamiento es constante.



Leyenda: Letras diferentes denotan diferencia estadística para $p \leq 0,05$ con prueba de Tukey.

Figura 17: Diámetro del tallo con diferentes distancias de plantación para el cultivo del pimiento.

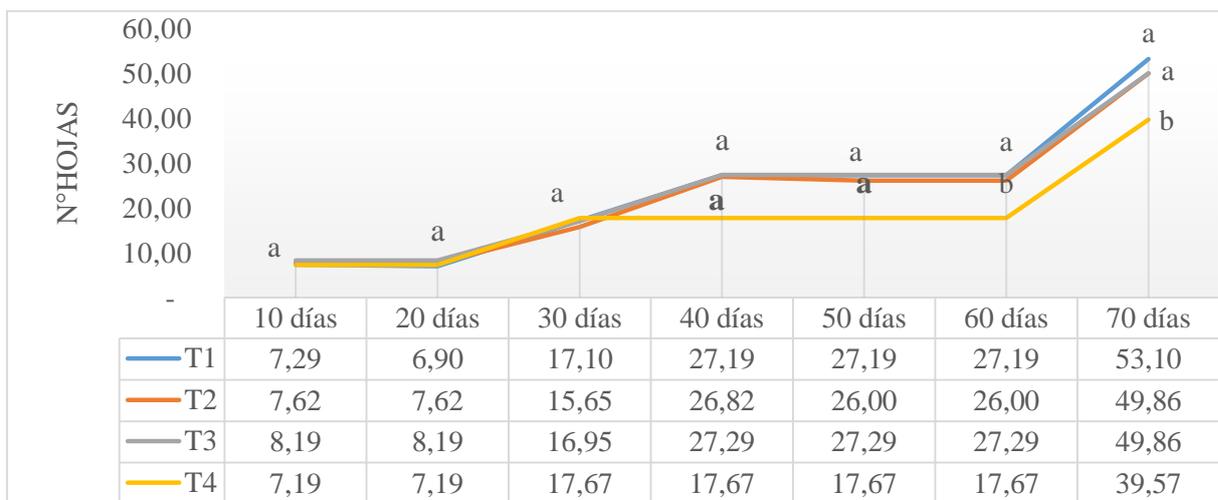
Este resultado en cuanto al grosor de tallo en las distancias de plantación utilizadas se mantuvo casi constante para los tratamientos estudiados, lo que pudiera estar dado por el efecto de las condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa que oscilaron dentro del invernadero en un rango de 25 a 30 °C y 60 al 66 % respectivamente, además la incorporación de abono de 1,5 kg a los 30 días después de la plantación como enmienda más la fertilización foliar con Fertiplus a los 30, 60 y 70 días de la plantación, han estimulado que la planta obtenga mayor grosor del tallo y lograr un mejor soporte de la planta durante su ciclo vegetativo y a su vez disminuir el riesgo de que el tallo se quiebre por un exceso de peso de la parte aérea de la planta, estos resultados no corresponden a los obtenidos por Alemán *et al* (2017) en donde obtuvieron a los 72 días después de la plantación un diámetros de 1,4 cm para la var. Nathalie.

No coincidiendo esto con lo planteado por Jovicich *et al.*, (1999) y Grijalva *et al.*, (2008) quienes, para el cultivo del pimiento, al utilizar una densidad de siembra entre 2,5 – 6,0 plantas / m² obtuvieron grosor entre 14,0 y 27,3 mm, a diferencia de los resultados obtenidos bajo invernadero.

4.1.3. Efecto de cuatro distancias de plantación sobre el número de hojas para el pimiento en invernadero

En la Figura 18, se observa el comportamiento del número de hojas de los cuatro tratamientos estudiados para el pimiento. En los periodos de adaptación y establecimiento del cultivo en condiciones controladas desde los 10 hasta los 30 días, se percibe un incremento lento pero uniforme con relación a la formación de hojas verdaderas, sin embargo, a partir de los 40 y hasta los 70 días aproximadamente el crecimiento de las hojas fue más rápido, no presentando diferencias significativas entre los tratamientos T2, T3 y T1, pero sí con el tratamiento T4 (Anexo 8). Se apreció que el mayor número de hojas correspondió al tratamiento, T1 con 53 hojas, seguido de los tratamientos T2 y T3 con 49 hojas y el tratamiento con menor hojas fue el T4, con 39 hojas.

Este es un indicador a considerarse para el cultivo de pimiento, debido a que es una variedad con crecimiento indeterminado y las hojas son un órgano fundamental para el proceso fotosintético de este cultivo y para la acumulación de masa seca, debe existir una proporción entre la altura de la planta y el número de hojas esto permite a la planta buscar mayor iluminación ahilándose, tomado en cuenta que bajo invernadero existe mayor temperatura comparada con la temperatura a campo abierto, esto provoca que la planta entre en un estado de estrés y por ende su crecimiento y desarrollo comienza ser afectado.



Leyenda: Letras diferentes denotan diferencia estadística para $p \leq 0,05$ con prueba de Tukey.

Figura 18: Números de hojas de las diferentes distancias de plantación para el cultivo del pimiento.

Estos resultados no corresponden en lo planteado por Cabalceta y Monge (2017) quienes señalan que una mayor altura y grosor del tallo de la planta de pimiento en condiciones controladas se obtiene con menores densidades de siembra o plantación porque existe menor iluminación y las plantas comienzan ahilarse en busca de iluminación; este resultado se puede haber producido por una mayor temperatura en el invernadero, en relación a los otros sitios.

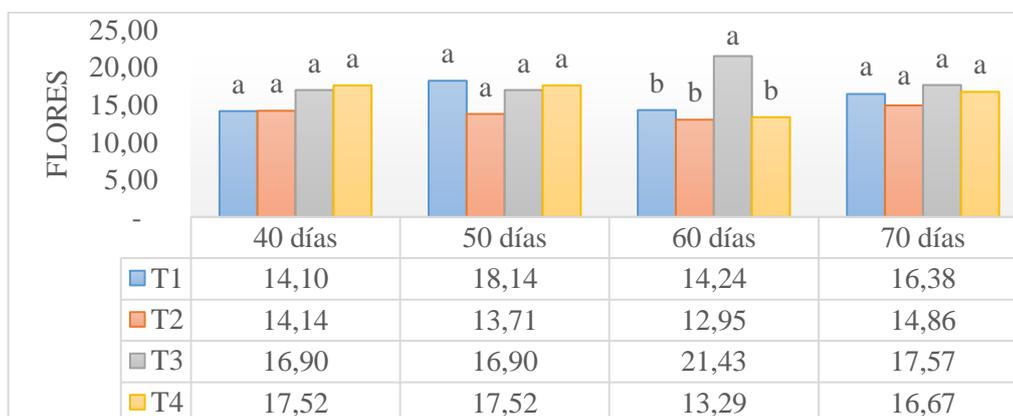
Rodríguez *et al*, (2014) manifiestan que el cultivo de pimiento emite dos o tres ramificaciones, en dependencia de la variedad, y continúa ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo, los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas.

Martínez (2011) plantea que para el pimiento utilizando marcos de plantación de 0,80 m entre hileras y 0,30 m entre plantas y con el uso de bioestimulantes se obtuvieron 51 hojas antes del primer botón floral.

4.1.4. Número de flores por plantas en el cultivo del *Capsicum annuum* L.

En la Figura 19, se presenta el número de flores desarrolladas en el cultivo de pimiento para los cuatro tratamientos estudiados, observándose que la aparición de los primeros primordios florales aparecen a los 35 días hasta los 70 días de la plantación, no existe diferencias significativas para este indicador en las diferentes distancias de plantación bajo invernaderos, entre los 40 y 50 días (Anexo 9).

A partir de los 60 días, se observa que hay diferencia significativa en el número de flores por planta, siendo el tratamiento de mejor comportamiento el T3 con un 21 flores por planta, existiendo diferencias significativas entre los demás tratamientos estudiados, a los 70 días no existió diferencias significativas entre las distancia de plantación, se apreció que el mayor número de flores correspondió al T3 con 17,57 flores por planta, si se compara estos resultados a los 60 días la formación de flores es alto a comparación de los 70 días, esto se debe a que algunas flores fueron abortadas o se encontraban en la fase de formación o madurez de los frutos.



Leyenda: Letras diferentes denotan diferencia estadística para $p \leq 0,05$ con prueba de Tukey.

Figura 19: Números de flores de las diferentes distancias de plantación para el cultivo del *Capsicum annuum* bajo invernadero.

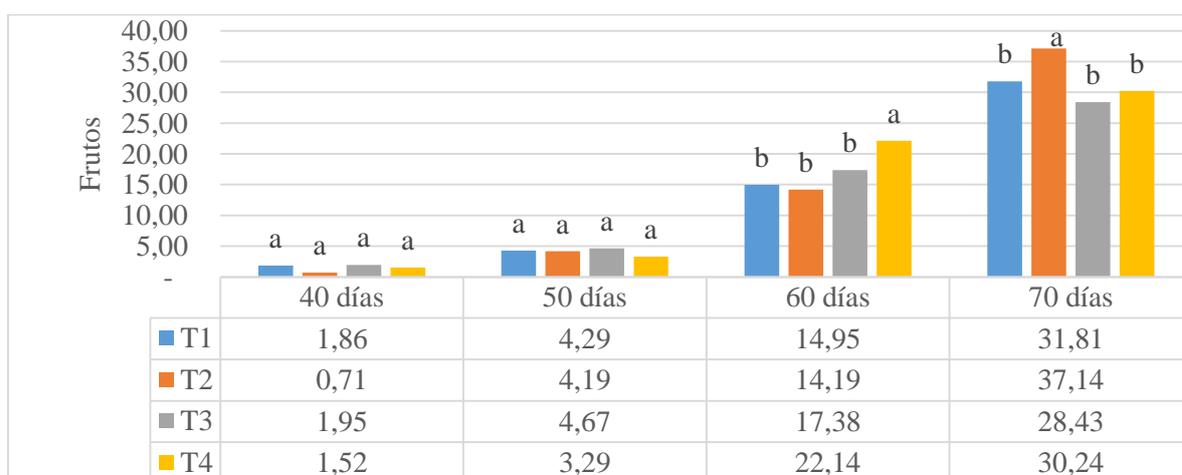
Cabe destacar que el tratamiento T2 con una distancia de plantación de 0,40 m x 0,30 m a los 70 días tiene menor número de flores y muchas de las que se formaron fueron

abortadas, además algunas flores estaban en la fase de formación y madurez del fruto, dado a las condiciones de un marco de plantación adecuado para su ciclo biológico, a pesar de que las plantas crecieron más en altura y con un menor grosor en los tallos, siendo estos suficiente para una mayor producción de frutos sin que afecte las condiciones de mayor temperatura dentro del invernadero en los días de mayor radiación solar para condiciones amazónicas.

Serrano (1996) plantea que, para el pimiento, una menor ventilación y mayor temperatura que se produce dentro del invernadero sobre todo al mediodía cuando no está nublado o lloviendo reduce la producción de flores, es necesario abrir las cortinas para su respectiva ventilación y no afectar la cantidad y calidad de la cosecha.

4.1.5. Número de frutos del pimiento en condiciones controladas

En la Figura 20, se observa el número de frutos por planta del pimiento promedio para los cuatro tratamientos estudiados. A partir de los 40 hasta los 60 días no existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados (Anexo 10), esto pudo estar dado a que algunos frutos fueron abortados o se adelantaron a la fase de cuajo, estando aún la planta en fase crecimiento en altura, grosor del tallo y formación de hojas. A partir de los 60 a 70 días se aprecian diferencias significativas entre los tratamientos, con mayor representación de frutos por plantas, siendo el, T2 (0,40 m x 0,30 m) el de mejor comportamiento con 37 frutos por plantas, seguida por los tratamientos T1 y T4 con 31 y 30 frutos respectivamente, mientras que el T3 fue el de menor número para este indicador.



Leyenda: Letras diferentes denotan diferencia estadística para $p \leq 0,05$ con prueba de Tukey.

Figura 20: Números de frutos con diferentes distancias de plantación para el *Capsicum annuum* bajo invernadero.

Este resultado pudo estar dado a que el tratamiento T2 0,40 m x 0,30 m, tuvo un marco de plantación adecuado para estas condiciones con menor influencia de las temperaturas dentro del invernadero, para mantener la temperatura bajo invernadero es necesario alzar las cortinas para su respectiva ventilación y las plantas no entren en el proceso de estés y no afecte a la producción como lo indica Moreno *et al.*, (2004) que el pimiento es una planta de clima fresco, que soporta bien temperaturas de 18°C a 30°C., además, si se cultiva a temperaturas superiores a 35°C, la fructificación es pobre y los frutos se queman o escaldan por la acción de los rayos solares, a pesar de estar en un invernadero cuya cubierta plástica tiene le componente de refractar los rayo UV.

Los resultados de esta investigación son superiores a los obtenidos por Reyes *et al.*, (2017) quienes refieren que el número de frutos por planta del pimiento osciló entre 14,66 y 33, 67 y esto puede atribuirse a los factores que las plantas requieren para su desarrollo.

Pérez *et al.*, (2014) manifiestan que los frutos obtenidos por planta oscilaron de 7,2 a 11,8; tomando en cuenta que en el experimento se estudió diferentes variedades híbridas de pimiento.

4.2. Variación de los indicadores fisiológicos para el cultivo del pimiento en condiciones de invernadero.

4.2.1. Acumulación de masa fresca y seca.

La Tabla 2, muestra los valores de peso fresco y seco de todos los órganos vegetativos de la planta de pimiento en dos momentos a partir de la plantación.

Tabla 2: Contenido de peso fresco y seco del pimiento para para cada tratamiento.

	MASA FRESCA (g)						MASA SECA (g)									
	30 días			60 días			30 días			60 días						
Tr.	T	R	H	T	R	H	T	R	H	F	FR	T	R	H	F	FR.
T1	7,7	4,69	9,98	0,95	0,55	1,64	174,54	31,19	157,13	1,3	35,41	24,45	4,92	34,61	0,05	1,89
T2	2,99	1,88	4,9	1,3	1,05	2,95	273,73	43,06	160,48	2,0	288,26	23,3	6,79	31,3	10,0	22,39
T3	4,58	3,15	8,66	0,63	0,4	1,85	158,52	33,46	129,33	1,7	15,15	23,16	5,28	26,99	0,13	1,16
T4	3,07	2,03	4,51	0,35	0,62	1,41	170,97	29,66	80,13	1,41	121,01	25,5	4,69	24,2	0,15	7,16

Leyenda: Tallo (T), Raíz (R), Hojas (H), Flores (F), Frutos (FR).

Se aprecia que a los 30 días y 60 días el mejor comportamiento correspondió al tratamiento T2 para peso verde y seco en cuanto al tallo, raíz y hojas para el cultivo del pimiento en condiciones de invernadero, seguido de los tratamientos T4 y T1. El tratamiento T3 fue el de menor peso verde y seco para los días analizados en cada órgano vegetativo.

Esto puede estar dado a que dentro del invernadero las plantas se desarrollan en condiciones de humedad del suelo suficiente pero no en exceso y con un marco de plantación adecuado para el mejor tratamiento 0,40 m x 0,30 m, y en ello provoca un mayor crecimiento vegetativo.

Estos resultados son superiores a los obtenidos para el cultivo del pimiento por Valle (2010) quien tuvo a los 84 días valores desde 11,5 a 14,4 g de peso seco de tallo por planta, el peso en las hojas fue de 20,3 – 25,06 g. Además plantean Alemán *et al.*, (2017) que para el pimiento variedad Nathalie, todos los órganos de las plantas dentro del invernadero presentaron mayores porcentajes de masa seca que a campo abierto con diferencias estadísticas de 4 a 5,5 % de masa seca en raíz, para tallo de 5,7 a 6, 2 % y hojas de 9 al 11 %.

4.2.2. Área foliar para el cultivo del pimiento, bajos cuatro distancias de plantación en condiciones de invernadero

En cuanto al área foliar para el cultivo del pimiento bajo invernadero se puede observar que a los 60 días en la Tabla 3 no existió diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, se apreció que el tratamiento con mayor área foliar corresponde al T2 con un área de 0,34 m², seguida de los tratamientos de T4 y T1 con un área de 0,32 m² respectivamente, siendo el tratamiento T3 el de menor área foliar de 0,30 m².

Estos resultados del área foliar con relación a la distancia de plantación para el pimiento bajo condiciones de invernadero pudieran estar asociados que con una distancia de plantación 0,40 m x 0,30 m junto con las condiciones adecuadas del suelo y fertilización en condiciones que le suministraron al pimiento las condiciones óptimas desde su establecimiento hasta la cosecha, para un mayor número de hojas, así como largo y ancho de las mismas el T2 0,40 m x 0,30 m; así como, un mayor número de hojas, siendo este el órgano fundamental para proceso fotosintético del pimiento, existiendo una proporción

entre la altura de las plantas con este tratamiento y el número de hojas en condiciones controladas, así se prepara al cultivo para la fase reproductiva en relación al número de flores y frutos por plantas. (Anexo 11).

Tabla 3: Área foliar para el cultivo del pimiento bajo condiciones controladas (m²)

Área foliar m ²		Área foliar m ²	
Tratam	30 días	Tratam	60 días
T1	0,26a	T1	0,32a
T2	0,27a	T2	0,34a
T3	0,28a	T3	0,30a
T4	0,24a	T4	0,32a

Leyenda: Letras diferentes denotan diferencia estadística para $p \leq 0,05$ con prueba de Tukey.

Cabalceta y Monge (2017) plantean que, con la caracterización morfológica de 15 genotipos de pimiento en condiciones de invernadero, el genotipo Estrella presentó mayor área foliar con un valor 1,26 m², y el genotipo Magno mostró el valor más bajo 0,73 m², en este sentido, con base en los resultados obtenidos por los genotipos Magno, Estrella y XC-425, parece existir una correlación positiva entre el área foliar y la altura de la planta. Siendo estos resultados superiores a los obtenidos en condiciones de invernadero para la variedad Nathalie para la región amazónica en esta investigación.

4.2.3. Potencial fotosintético

El potencial fotosintético (PF) expresa la superficie foliar media de hojas vivas que han trabajado a lo largo del ciclo de la planta por día en condiciones de invernadero según los tratamientos estudiados. En la (tabla 4), se apreció/(a) que el tratamiento T2 presenta mayor potencial fotosintético en el cultivo de pimiento bajo invernadero, seguido por los tratamientos T1 y T3 con el 1,12 y 1,09 m² / día, el tratamiento con menor potencial fotosintético fue el T4 con el 1,05 m²/día.

Tabla 4: Potencial fotosintético de los tratamientos

Potencial Fotosintético	
m²/día	
Tratamientos	
T1	1,12
T2	1,16
T3	1,09
T4	1,05

En cuanto a este indicador el T2 pudo manifestarse con el mejor comportamiento, dado a un marco de plantación adecuado, conservando una mayor humedad en el suelo, con valores adecuados de altura y desarrollo del follaje, para un mejor sellado de las plantas según el área vital. Correspondiendo esto con planteado por Raven *et al.* (1992) quienes acotan que la disponibilidad de agua para las plantas es un factor que determinará su intercambio gaseoso, modificando sus tasas fotosintéticas e influyendo directamente en la calidad y producción de éstas.

Además, Flexas *et al.*, (2009) mencionan que el intercambio gaseoso, y por lo tanto la fotosíntesis, se realiza principalmente en las hojas, aunque puede producirse en frutos y tallos con menor capacidad fotosintética y que los pigmentos fotosintéticos (principalmente la clorofila) le confieren a la planta la capacidad de captar energía proveniente de la luz y transformarla en energía química a través de la fotosíntesis.

Por otra parte, Taiz y Zeiger (2010) manifiestan que el proceso fotosintético es directamente dependiente de la disponibilidad hídrica y más aún, en las hojas se encuentran los estomas, estructuras encargadas de realizar el intercambio de gases con el ambiente y que tienen una directa relación con el agua en la planta.

4.2.4. Tasa de asimilación neta (TAN)

Esta informa sobre la cantidad de masa seca producida por la unidad de área foliar en un día de trabajo, expresada en g.m⁻². día⁻¹. En la Tabla 5 puede observarse que los tratamientos T2 y T1 produce más materia seca por m² de área foliar en un día con 2,52 y 1,53 g. m².día respectivamente. Los tratamientos con menor materia seca T3 y T4.

Tabla 5. Tasa de Asimilación de los cuatro tratamientos estudiados.

Tasa de Asimilación Neta	
Tratamientos	(g. m² .día)
T1	1,53
T2	2,52
T3	0,82
T4	0,78

Estos resultados tienen correspondencia al tratamiento de mayor área foliar y desarrollo del cultivo en condiciones controladas que fue el T2 con mayor (TAN), siendo el de mayor número de frutos por planta, debido a una distancia de plantación adecuada y el efecto de aumento de los entrenudos para el cultivo del pimiento en invernadero.

No coincidiendo con lo reportado por Azofeifa y Moreira, (2004), quienes reportan que la TAN generalmente disminuye al avanzar la ontogenia del cultivo, esta disminución se debe al sombreado de las hojas superiores sobre las inferiores, a la disminución de la capacidad fotosintética de las últimas hojas formadas y a los efectos de los lugares de demanda sobre la fotosíntesis

4.2.5. Rendimiento biológico, económico y agrícola de los tratamientos bajo invernadero

El rendimiento biológico representa la materia seca total acumulada por los órganos vegetativos de la planta, el mejor tratamiento a los 30 días fue el T2 con el 1,77 g /planta, seguido por el tratamiento T1 con el 1,05 g /planta. Los tratamientos con menor rendimiento biológico son los T3 y T4 con el 0,96 y 0,76 g /planta respectivamente (Tabla 6).

Tabla 6: Rendimiento biológico (g), económico y agrícola según los tratamientos.

Ttos.	Rendimiento biológico (g/planta)		Rendimiento Económico (g)		Rendimiento agrícola (kg/m²)
	30 días	60 días	30 días	60 días	60 días
T1	1,05 a	27,97 a	0,55 b	10,44 a	2,82 a
T2	1,77 a	21,97 a	0,98 a	11,54 a	4,13 a
T3	0,96 b	18,91 a	0,62 a	9,00 a	1,54 a
T4	0,79 b	20,57 a	0,47 b	8,07 a	3,08 a

Leyenda: Letras diferentes denotan diferencia estadística para $p \leq 0,05$ con prueba de Tukey.

El rendimiento económico representa la masa seca de las hojas del pimiento, el mejor tratamiento que acumuló mayor cantidad de masa seca de hojas, a los 60 días fue el T2 11,54 g seguido por los tratamientos T1 10,44 g y T3 9 g, el tratamiento con menor rendimiento económico fue el T4 con el 8,07 g.

El tratamiento T2 manifiesta un mayor rendimiento agrícola 4,13 kg / m², seguido por los tratamientos T4 y T1 con el 3,08 y 2,82 kg / m², el tratamiento con menor rendimiento agrícola es el T1 con el 1,54 kg / m².

El peso de frutos por planta y rendimiento agrícola del pimiento híbrido Nathalie en invernadero fue el tratamiento T2 con una densidad de siembra de 0,40 m x 0,30 m, esto se debe que bajo invernadero se puede controlar factores abióticos y realizando un control adecuado a las plantas en crecimiento y desarrollo, formando flores hasta los 70 días, posterior a este tiempo muchas de las flores que se forman se abortan.

El resultado obtenido bajo invernadero son semejantes a lo expuesto por Alemán *et al* (2017), donde indica que bajo invernadero obtuvieron una producción de 4,9 kg/ m².

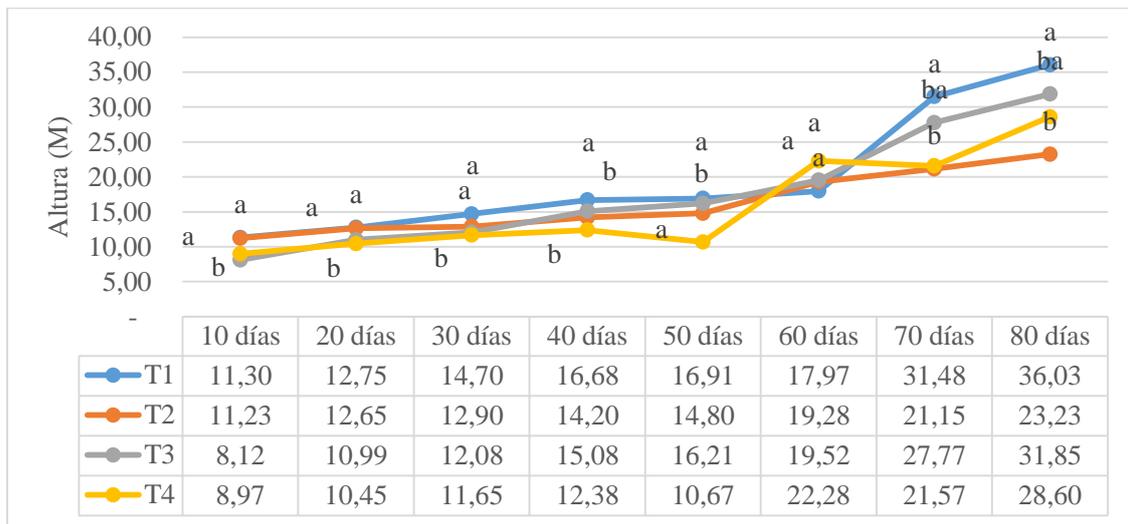
Moreno *et al.*, (2011) reporta rendimiento individual de 1,92 kg por planta y 11,5 kg m⁻² por parcela para el cultivo de pimiento en condiciones controladas. Gruda (2005) refiere que al utilizar mallas de sombra se obtienen plantas más vigorosas con frutos de mejor calidad y mayores rendimientos. Al respecto, Ayala-Tafoya *et al.*, (2015) indican que los rendimientos del pimiento Nathalie, para la región brasilera de Manaus con calidad de exportación obtenidos bajo mallas superaron desde 52,5 % (negra) hasta 132,8 % (beige) da un rendimiento 20,4 t ha⁻¹, superiores a la cosechado en el testigo sin malla.

4.3. Variación de indicadores morfológicos a partir de diferentes distancias de plantación a campo abierto para el cultivo de pimiento.

4.3.1. Dinámica de crecimiento del cultivo *Capsicum annum* L. (var. Nathalie).

En la Figura 21, se observa el crecimiento en altura del cultivo de pimiento a campo abierto en condiciones amazónicas, desde los 10 hasta los 80 días, apreciándose que el

tratamiento de mejor comportamiento resultó el T1 0,40 x 0,20 m con una altura promedio de 36,03 cm, el cual presenta diferencias significativas ($p \leq 0,05$) con los demás tratamientos estudiados durante todo el ciclo vegetativo (Anexo 12), seguido por los tratamientos T4 y T3 que alcanzaron una altura máxima de 28,60 cm y 31,85 cm respectivamente. El tratamiento T2 fue el de menor altura con 23,23 cm.



Legenda: Letras diferentes denotan diferencia estadística para $p \leq 0,05$ con prueba de Tukey.

Figura 21: Dinámica de crecimiento de diferentes distancias de plantación para el cultivo del pimiento *Capsicum annuum* L. campo abierto.

Si comparamos estos resultados con los obtenidos en condiciones controladas para la misma variedad de pimiento, se aprecia que la altura es menor con una diferencia de 65,02 cm, no correspondiendo además, con el mismo tratamiento que fue el que reporto mejores resultados en invernadero, y que fue el T2 con una distancia de plantación de 0,40 m x 0,30 m, estos resultado puede estar asociados a que el pimiento a campo abierto se encontraba expuesto a condiciones abiótica diferentes en cuanto a luz, temperatura y humedad relativa, creciendo menos en altura, y que ésta no sobrepasa los 0,40 cm para todas las distancia de plantación estudiadas.

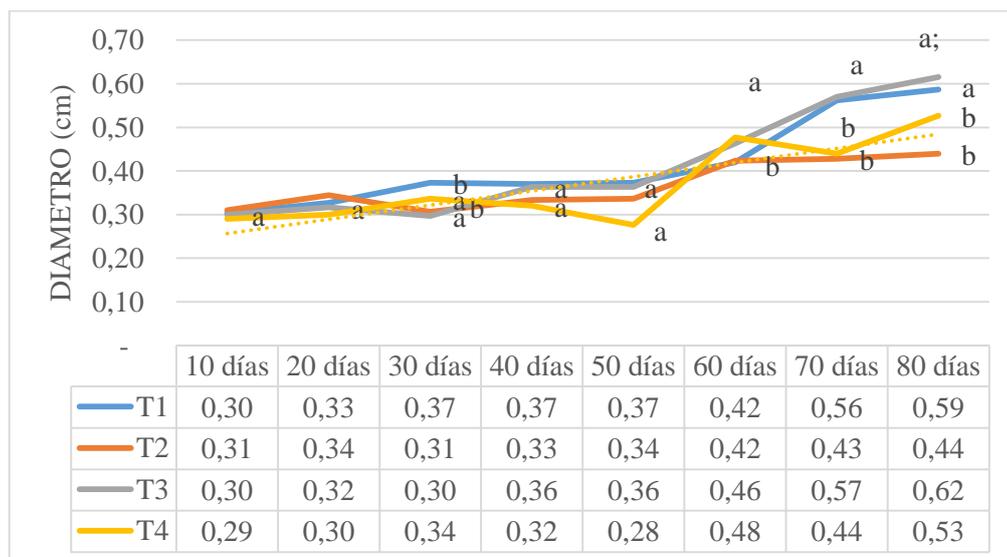
Collantes (2015), indica que el pimiento es un pequeño arbusto anual de 0,75 a 1,0 m de alto, perteneciente a la familia de las Solanáceas, que tiene un tallo frágil, erecto y verde, con ramas que se subdividen en dos partes, además Alemán *et al.*, (2017), refiere que a campo abierto las plantas de pimiento a los 70 días después del trasplante obtuvieron una

altura de 63 cm de alto, estando estos resultados de la investigación por debajo de los promedios obtenidos del pimiento para condiciones amazónica.

4.3.2. Grosor del tallo bajo condiciones de campo para el cultivo del pimiento

En cuanto a este parámetro morfológico (Figura 22), se observa que hasta los 25 días aproximadamente no presentó diferencias significativas entre las distancia de plantación estudiadas, no siendo así a partir de los 30 hasta los 80 días, reportándose diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados (Anexo13), siendo los tratamientos de mejor comportamiento el T3 y T1 con 0,62 cm y 0,59 cm respectivamente, sin diferencia entre ellos, seguido del tratamiento T4 0,53 cm y por último el T2 con menor grosor del tallo 0,44 cm.

Este resultado indica que las plántulas de 5 a 6 cm de altura aproximadamente poseen mayor calidad para el transplante porque no se acaman y se adaptan más fácilmente a las nuevas condiciones de campo, los tratamientos T3 0,40 m x 0,40 m y T1 0,40 m x 0,20 m son los de mayor calidad, ya que poseen mayor altura y un grosor adecuado, los cual puede estar relacionados con las distancias de plantación apropiadas para el desarrollo vegetativo del pimiento en la region amazónica, no favoreciendo la lignificación de los tejidos, y haciendose más fibrosos y por lo tanto hace que el crecimiento secundario en grosor no se vea limitado.



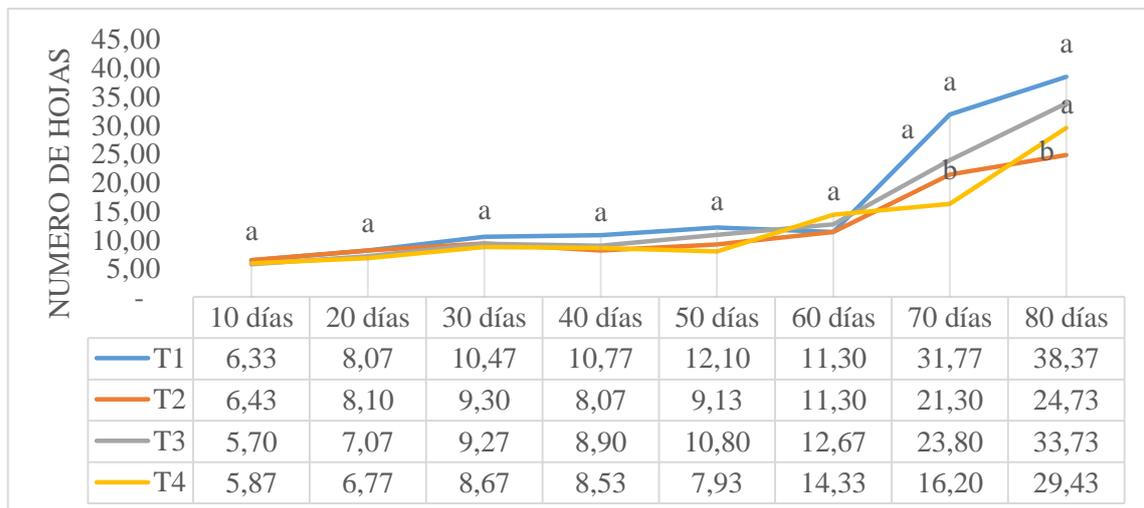
Leyenda: Letras diferentes denotan diferencia estadística para $p \leq 0,05$ con prueba de Tukey.

Figura 22: Diámetro del tallo a diferentes distancias de plantación para el cultivo del pimiento en condiciones amazónicas

No correspondiendo estos resultados con Pérez *et al.*, (2014), quienes reportaron que las plantas de pimiento obtuvieron un diámetro del tallo, en un rango de 1,5 cm a 1,7 cm de diámetro, que permite tener buen soporte de ramas y frutos.

4.3.3. Número de hojas para *Capsicum annuum* L. (var. Nathalie) a campo abierto

En la Figura 23, se presenta el número de hojas que presentó el pimiento durante su ciclo biológico, con el uso de cuatro distancias de plantación diferentes. Se observa en el periodo de establecimiento del cultivo a campo abierto hasta los 60 días, la formación de hojas verdaderas fue lenta para todos los tratamientos estudiados entre 11 a 14 hojas, no presentando diferencia significativa entre ellos (Anexo 14), no siendo así a partir de los 60 días hasta la culminación de su ciclo vegetativo a los 80 días, donde el crecimiento de las hojas fue rápido presentando diferencia significativa entre los tratamiento ($p \leq 0,05$). Los mejores resultados correspondieron al tratamiento, T1 con 38 hojas, seguida de los tratamientos T3 y T4 con el 33 y 29 hojas respectivamente, el tratamiento con menor número de hojas fue T2 con 24 hojas.



Leyenda: Letras diferentes denotan diferencia estadística para $p \leq 0,05$ con prueba de Tukey.

Figura 23: Números de hojas de las diferentes distancias de plantación para el cultivo del pimiento.

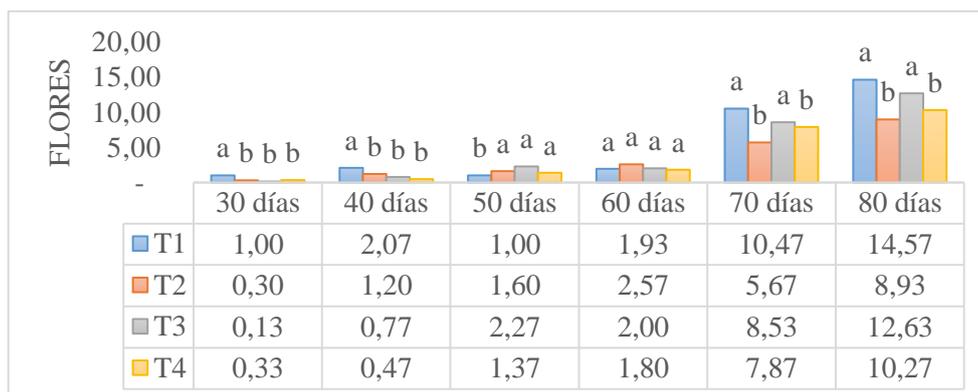
Este es un indicador a considerarse para el cultivo de pimiento en condiciones amazónicas a campo abierto, ya que durante los 60 días después del plantado, el cultivo se encuentra en fase de adaptación a las condiciones de alta pluviometría, el desarrollo en cuanto altura y número de hojas se pudo ver limitado, si se compara estos dos parámetros con los resultados obtenidos en condiciones controladas (invernadero), por lo que es necesario el mejoramiento de condiciones de suelo con uso de abonos orgánicos durante este periodo como fue la aplicación de humus a razón de 1,5 kg / planta, mejorando la estructura del suelo e impulsando al desarrollo de hojas en un rango 5 cm a 8 cm de largo y un ancho aproximadamente a 3 cm, siendo mayor el número de hojas y preparando a las plantas para la fase reproductiva.

Cabalceta y Monge (2017) indican, que plantas más pequeñas, compactas con adecuada cobertura de hojas y un buen desarrollo vegetativo para el cultivo del pimiento en campo abierto reduce el riesgo de quemaduras del fruto por exposición solar.

Estos resultados no corresponden con lo planteado por Alemán *et al.*, (2017) refieren que la producción de las hojas bajo invernadero y a campo abierto fueron de 50,3 y 80,3 hojas existiendo diferencias significativas a los 72 días después del trasplante, y es indicador a considerarse para el cultivo de pimiento por su relación directa con la capacidad fotosintética.

4.3.4. Número de flores para el pimiento a campo abierto

En cuanto al número de flores para el pimiento en relación a cuatro distancias de plantación, se aprecia en la (Figura 24), que estas comenzaron a aparecer a partir de los 25 días, observando que el número de flores es reducido entre los tratamientos con muy poca diferencia entre ellos hasta 60 días. A partir de los 70 y 80 días existen diferencias significativas (Anexo 15) para los tratamientos estudiados ($p \leq 0,05$), manifestándose que el mejor tratamiento correspondió al T1 con 14 flores, seguido de los tratamientos T3 y T4 con 13 y 10 flores respectivamente. El tratamiento con menor cantidad de flores fue el T2 con 9 flores por planta.



Leyenda: Letras diferentes denotan diferencia estadística para $p \leq 0,05$ con prueba de Tukey.

Figura 24: Se reporta la variable de floración de las diferentes distancias de plantación del pimiento.

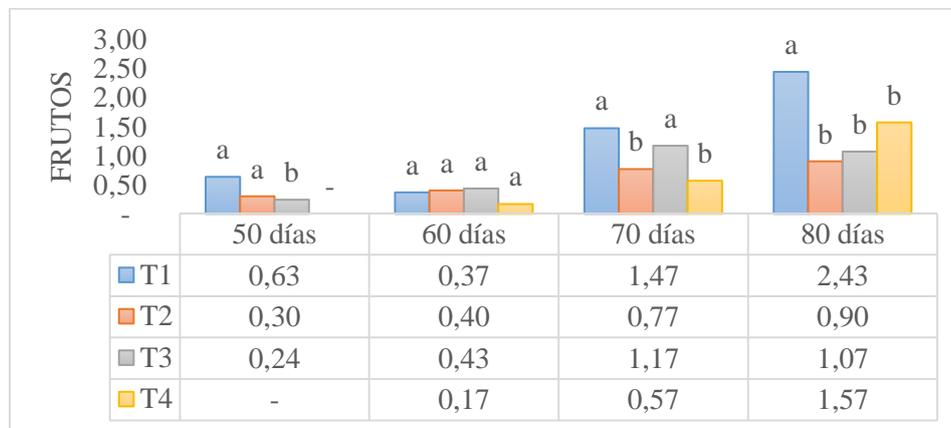
Esto significa que las plantas con mayor tamaño, números de hojas se presentaron en el tratamiento T1, y estas fueron capaces captar una mayor cantidad de energía luminosa, por lo cual intervino en la formación de flores y por ende en la etapa reproductiva, adaptándose a las condiciones abióticas de la amazonia, al comparar estos resultados con los obtenidos en vivero son inferiores.

Santos, Segura y Nústez (2010), en el cultivo de pimiento usando biofertilizantes y marcos de plantación adecuados, la superficie fotosintética y el contenido de masa seca fueron adecuados formando mayor números de flores, lo que hace que las plantas sean capaces de captar una mayor cantidad de energía luminosa en relación a su tamaño, si se comparan estos con tratamientos sin uso de los mismos.

4.3.5. Número de frutos por planta

El número de frutos por plantas para las cuatro distancias del cultivo de pimiento (Figura 25), reporta que los primeros frutos aparecen a partir de los 50 días del trasplante observándose que las cuatro distancias de plantación tienen un comportamiento similar en este parámetro morfológico a los 50 a 60 días, no detectándose diferencias estadísticas $p \leq 0,05$ con un número promedio de fruto de dos frutos por planta. A los 70 y 80 días presentan diferencia significativa para este indicador (Anexo 16), siendo el de mejor comportamiento T1 0,40 cm x 0,20 cm con el 2,43 frutos, seguido de los tratamientos T3 y T4 con 1,04 y 1,57 frutos por planta, el tratamiento con menor número de frutos fue T2

con el 0,90 frutos, el comportamiento asociado a la de mayor altura durante su ciclo biológico.



Leyenda: Letras diferentes denotan diferencia estadística para $p \leq 0,05$ con prueba de Tukey.

Figura 25. Frutos por plantas para el pimiento en condiciones de campo.

El resultado en relación al número de frutos/ planta es bajo ya que en las plantas existen además gran cantidad de flores y frutos muy pequeño o en fases de formación, lo cual puede estar dado a que las plantas a campo abierto, quizás por estar expuesto a condiciones de alta pluviometría durante su ciclo biológico en la fase reproductiva lo cual es frecuente en la región amazónica, combinado con el efecto de la neblina nocturna y alta temperatura en días soleados, muy frecuente en esta región hace que se mantengan una floración y fructificación constante, alargando el ciclo de vida útil de las plantas aprovechando el marcos de plantación y la luz solar.

Pérez *et al.*, (2014) indican que, para el pimiento en campo abierto, aplicando microorganismos eficientes como biofertilizantes fue capaz de desarrollar una mayor superficie foliar por superficie de suelo y mayor número de frutos que los demás tratamientos, lo que se traduce en un mejor aprovechamiento del marco de plantación establecido óptimo y la luz solar.

4.4. Efecto de cuatro distancias de plantación para el cultivo del pimiento a campo abierto en condiciones amazónicas sobre indicadores fisiológicos y rendimiento

4.4.1. Acumulación de masa fresca y seca del pimiento

La Tabla 7, muestra los valores de peso fresco y seco del pimiento en dos momentos a partir del trasplante a los 30 y 60 días en relación al peso verde y seco de la raíz, tallo y hojas se puede apreciar que el tratamiento de mejor comportamiento en cuanto a este indicador fisiológico resultó ser T1 para el peso seco y fresco en los dos momentos, lo cual puede estar dado a un mayor crecimiento vegetativo en cuanto a altura número de hojas y grosor del tallo.

Tabla 8: Valores de peso fresco y seco de cada órgano vegetativo de la planta del pimiento en dos momentos en condiciones de campo abierto (g).

MASA FRESCA				MASA SECA			MASA FRESCA			MASA SECA		
30 días				30 días			60 días			60 días		
TR	R	H	T	R	H	T	R	H	T	R	H	T
T1	0,6	1,1	0,84	0,1	0,45	0,09	8,8	30,3	29,2	1,3	3,8	4,1
T2	0,6	0,9	0,45	0,1	0,19	0,12	6,2	24,8	24,4	0,9	3,1	3,6
T3	0,9	1	0,5	0,2	0,19	0,09	8,2	25,7	22,9	1,1	3,2	3,2
T4	0,6	1,3	0,45	0,1	0,29	0,11	6,6	26,1	25,3	0,9	3,3	3,6

Leyenda: Tratamientos (TR), Raíz (R), Hojas (H), Tallo (T)

Se muestra además que a los 60 días el peso seco de todos los órganos de la planta de pimiento resultaron mayores para T1 en condiciones de campo, con un peso total de 9,1 g un peso del tallo para esta variedad de 4,1 g que resulta inferior a los reportados por Valle (2010) quien obtuvo a los 84 días valores desde 11,5 a 14,4 g y los reportados por Alemán et al., (2017) que para la misma variedad en condiciones amazónicas obtuvo un peso de 9,5 g.

En cuanto a las hojas el comportamiento es similar para el tratamiento T1 con un peso de 3,8 g siendo inferior a lo reportado por Valle (2010) quien obtuvo pesos de 20,3 – 25,06 g a los 84 días, además para las raíces el mismo tratamiento presentó mayores porcentajes de masa seca con diferencias estadísticas para los demás tratamientos.

4.4.2. Variación del índice de área foliar de los tratamientos a los 30 y 60 días

Para el índice de área foliar (Tabla 8), en el cultivo del pimiento en condiciones de campo, bajo cuatro distancias de plantación, se observa que no existen diferencias significativas para los tratamientos estudiados (Anexo 18), se aprecia que el tratamiento con mayor área foliar corresponde al T1 0,40 m x 0,20 m con el 0,11 m² de área foliar. Seguido por los tratamientos T2, T3 y T4 con los mismos valores 0,09 m² de área foliar

Tabla 9. Índice de área foliar a los 30 y 60 días de la plantación para el cultivo del pimiento.

ÁREA FOLIAR (m ²)		
Tratamientos	30 días	60 días
T1	0,07 a	0,11 a
T2	0,07 a	0,09 a
T3	0,07 a	0,09 a
T4	0,06 a	0,09 a

Leyenda: Letras diferentes denotan diferencia estadística para $p \leq 0,05$ con prueba de Tukey.

Este resultado pudiera estar dado debido que el tratamiento T1 resultó el de mayor altura en condiciones de campo, reflejando una respuesta a las condiciones ambientales de la amazónicas que es muy cambiante y a las diferentes distancias de plantación que se estudiaron, además plantea Barroso (2002) que el área foliar es imprescindible para evaluar indicadores de eficiencia fisiológica en el estudio de la respuesta de variedades e híbridos, ante diferentes ambientes o regímenes de manejo.

García y Tulio (2019), indican que el índice de área foliar a los 40 días para el cultivo de pimiento con el uso de bioestimulante foliares (FitoMas - E y Microorganismos Eficiente y Biobras – 16) en condiciones de campo presentaron diferencia significativa entre ellos a los 60 días, siendo el tratamiento con mayor índice de área foliar el tratamiento con Microorganismos Eficiente con 0,11 y 0,21 cm², utilizando distancias de plantación 0,40 m x 0,20 m. No corresponden estos resultados a los obtenidos por Alemán *et al.*, (2017) para

el cultivo del pimiento variedad Nathalie en condiciones amazónicas a campo abierto que fue de 2,1 m².

4.4.3. Potencial fotosintético a campo abierto (PF).

En la Tabla 9 se presenta que el tratamiento con mayor potencial fotosintético correspondió al T1 con el 2,82 m².día⁻¹ a campo abierto, seguido de los demás tratamientos T2 y T3 con los mismos resultados 2,29 m². día⁻¹ el tratamiento con menor potencial fotosintético fue el T4 con 2,19 m².día⁻¹.

Tabla 9. Potencial fotosintético de los tratamientos

Potencial Fotosintético	
Tratamientos	m².día⁻¹
T1	2,82
T2	2,29
T3	2,29
T4	2,19

Si se compara este indicador con los resultados obtenidos en condiciones controladas (invernadero) para el cultivo del pimiento se observa que es mayor, lo que pudo estar relacionado a que las plantas crecieron menos, aunque el número de hojas es mayor y con relación a la de invernadero, además otro factor determinante pudo ser la temperatura atmosférica y las del suelo, ya que las plantas en donde la temperatura fue más alta (invernadero), presentaron el potencial fotosintético bajo a comparación campo abierto, con marcos de plantación adecuada 0,40 m x 0,20 m favoreciendo temperatura adecuadas al suelo, preparando a la planta para su etapa reproductiva, además sugiere Kasperbauer (2000), que la luz reflejada por la superficie del plástico, puede alterar el ambiente de luz suficientemente para modificar la tasa fotosintética o el desarrollo morfológico, de especies vegetales.

4.4.4. Tasa de Asimilación Neta (TAN)

En la tabla 13 se puede observar que los tratamientos con mejor comportamiento fueron T2 0,70 g. m². día⁻¹ y T3 0,64 g. m². día⁻¹ los cuales producen mayor masa seca por m² de área foliar en un día. Los tratamientos con menor masa seca fueron T1 y T4.

Tabla 10: Tasa de Asimilación de los cuatro tratamientos estudiados

Tasa Asimilación Neta	
Tratamientos	(g. m² .día⁻¹)
T1	0,50
T2	0,70
T3	0,64
T4	0,51

Estos resultados pudieran estar dados debido a que el tratamiento T1, a pesar de tener un mejor comportamiento en área foliar, altura y los demás indicadores morfológicos evaluados, presentan una menor TAN 0,50 g. m². día⁻¹, la cual disminuyó con relación a los demás tratamientos hasta los 60 días, observándose que en condiciones de campo este tratamiento, fue el primero en que apareció la fase de flor

ación a partir de los 53 días, además de formación y llenado de frutos y esto puede deberse a que la mayor parte de los fotosintatos producidos fueron distribuidos hacia las partes reproductivas de la planta, disminuyendo el aporte hacia el desarrollo vegetativo.

Konings (1989) menciona que generalmente la variación en TAN está determinada por la variación en la tasa de fotosíntesis por unidad de área foliar y los bajos valores de área foliar representan una baja capacidad fotosintética de la planta, influyendo por consecuencia, en una baja acumulación de masa seca, además (Morales *et al.*, 2011) plantean que este índice registra la velocidad de la fotosíntesis neta en un lapso de tiempo, y se debe conocer el cambio de los valores del área foliar y el peso seco de la planta, expresado en g. m². día⁻¹

4.4.5. Rendimiento biológico, económico y agrícola del cultivo del pimiento en condiciones de campo

El rendimiento biológico representa la masa seca total acumulada por los órganos vegetativos de la planta, el tratamiento con mayor rendimiento biológico a los 30 días (Tabla 11), fue T4 con el 0,68 g /planta, seguido T1 con el 0,50 g /planta los tratamientos con menor rendimiento biológico fueron T2 y T3 con 0,43 g / planta, no presentando diferencia significativa entre ellos en cuanto a este indicador, ni para el rendimiento económico (Anexo 19).

El rendimiento económico representa la masa seca de las hojas del pimiento, se apreció que el tratamiento con mayor rendimientos económico fue el T4 3,82 g, resultado de una mayor acumulación de masa seca de las hojas, a los 73 días, seguido por los tratamientos T1 y T3 con 3,26 g y 3,16 g, respectivamente. El tratamiento con menor rendimiento económico es el T2 con el 3,07 g de masa seca de hojas.

Tabla 11. Rendimiento biológico, económico y agrícola para el cultivo del pimiento en condiciones amazónica.

Tratamientos	Rendimiento Biológico (g / planta)		Rendimiento Económico (g)		Rendimiento Agrícola (kg/m ²)
	30 días	60 días	30 días	60 días	73 días
T1	0,50 a	7,9 a	0,29 a	3,26 a	4,82 a
T2	0,43 a	7,7 a	0,19 a	3,07 a	3,90 a
T3	0,43 a	7,7 a	0,19 a	3,16 a	3,20 a
T4	0,68 a	9,4 a	0,45 a	3,82 a	3,90 a

Leyenda: Letras diferentes denotan diferencia estadística para $p \leq 0,05$ con prueba de Tukey.

En cuanto al rendimiento agrícola el tratamiento con mayor rendimiento agrícola correspondió al T1 con una distancia de plantación 0,40 m x 0,20 m; con un total de 3 frutos aproximadamente por planta y un rendimiento de 4, 82 kg/ m², seguido por los tratamientos de T2 y T4 con 3,90 kg / m².

Estos resultados pudieron estar dados por las condiciones amazónicas en relación a la pluviometría, presentando lluvia con mucha frecuencia durante el día y el efecto de la neblina nocturna, un marco de plantación adecuado el cual mantuvo una floración y fructificación constante, alargando el ciclo de vida útil de las plantas, estos resultados no coinciden con lo expuesto por Alemán *et al.*, (2017) para la misma variedad de pimiento en condiciones amazónicas donde los rendimiento obtenidos fueron de 6,4 kg/m², además plantea Rodríguez *et al.*, (2014) para la producción de pimiento a campo abierto con diferentes híbridos los mayores valores de rendimiento fueron de 1,15 kg.planta⁻¹, con diferencias significativas entre ellos 0,77 kg.planta⁻¹.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. En el cultivo pimiento variedad Nathalie en condiciones controladas o invernadero, en cuanto a indicadores morfológicos en condiciones Amazónicas, resultó como el mejor el tratamiento el T2 con una distancia de plantación de 0,40 m x 0,30 m, con una altura promedio de 101,32 cm, un diámetro del tallo de 0,9 cm y 37 frutos por plantas.
2. Los mejores índices fisiológicos en condiciones controlada invernadero le corresponde con una distancia de plantación de 0,40 m x 0,30 m, una mayor ganancia de peso en verde y seco para raíz, tallo y hojas, si se compara con los demás tratamientos, un índice de área foliar $0,34 \text{ m}^2$, con potencial fotosintético de $1,16 \text{ m}^2 / \text{día}$, una TAN de 2,52 y $1,53 \text{ g. m}^2 \cdot \text{día}$ y un rendimiento agrícola de $4,13 \text{ kg/m}^2$.
3. En el cultivo pimiento variedad Nathalie a campo abierto, en cuanto a indicadores morfológicos en condiciones amazónicas, resulto el mejor tratamiento el T1 con una distancia de plantación 0,40 m x 0,20 m, con una altura promedio de 36,03 cm, un diámetro del tallo 0,62 cm y 2,43 frutos por planta
4. Los mejores indicadores fisiológicos a campo abierto corresponden al T1 con una distancia de plantación de 0,40 m x 0,30 m con una mayor ganancia de peso verde y seco en la raíz, tallo y hojas, en comparación con los demás tratamientos un índice de área foliar $0,11 \text{ m}^2$, con potencial fotosintético de $2,82 \text{ m}^2 / \text{día}$, una TAN de 0,70 a $0,50 \text{ g. m}^2 \cdot \text{día}$ y un rendimiento agrícola de $4,82 \text{ kg/ m}^2$.

5.2. Recomendaciones

Después del análisis de las conclusiones se recomienda

1. Sembrar pimiento a campo abierto y bajo invernadero en la región

2. Estudiar a fondo la variedad Nathalie a campo abierto ya que presento mayor rendimiento agrícola con una distancia de plantación de 0,40 m x 0,20 m
3. Repetir el experimento utilizando las mismas distancias de plantación en otras zonas de la provincia.
4. Sembrar pimiento de la variedad Nathalie bajo invernadero con una distancia de siembra adecuada del 0,40 m x 0,30 m

6. BIBLIOGRAFÍA

1. AGRIPAC, (2000). Producción de tomate bajo cubierta. Quito-Ecuador. P.14-18
2. AGRIPAC, (2012). Rendimientos de híbridos disponibles en; [http://www. link-agro.com/inicio/34-importadora.../329-semillasdepimiento](http://www.link-agro.com/inicio/34-importadora.../329-semillasdepimiento) 2008. Recuperado el 29 de Marzo del 2019.
3. Agropecuarios (2014). Cultivo de pimiento. España disponible en: <http://agropecuarios.net>.
4. Alemán, R.; Bravo, C.; Mercedes, O. (2014). Posibilidades de producir hortalizas en la Región Amazónica del Ecuador, provincia de Pastaza.
5. Alemán, R.; Domínguez, J.; Rodríguez, Y., Soria, S.; Gutierrez, R.; Vargas, J. & Alba, L.; (2017). Indicadores morfofisiológicos y productivos del pimiento. Disponible en : <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v45n1/cag02118.pdf>
6. Aminifard, M. H.; Aroiee, H.; Ameri, A. & Fatemi, H. (2012). Effect of plant density and nitrogen fertilizer on growth, yield and fruit quality of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *African Journal of Agricultural Research*. 7(6): 859-866.

7. Arias Zambrano, L. J. (2013). Comportamiento agronómico de 4 híbridos de pimiento (*Capsicum annum* L.) en la parroquia Luz de América cantón Santo Domingo.
8. Ayala-Tafoya, F., Sánchez-Madrid, R., Partida-Ruvalcaba, I., Yáñez- Juárez., Ruiz-Espinosa, F. H., Velázquez Alcaraz, T., Valenzuela-López, M. y Martín Parra-Delgado, j. 2015. Producción de pimiento morrón con mallas sombra de colores. *rev. fitotec. mex.*, 38 (1): 93 - 99.
9. Azofeifa A. y M. A. Moreira (2004) Análisis de crecimiento del chile jalapeño (*Capsicum annum* L. cv. Hot), en Alajuela, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 28:57-67.
10. Barroso, L.; (2002). Fenología de la albahaca blanca (*Ocimum basilicum* L.) cultivada en diferentes fechas de siembra. *Cultivos Tropicales*, 23 (2): 5 - 8.
11. Berrios, E., Arredondo C., Tjalling H. (2007). “Guía de manejo de nutrición vegetal de especialidad”. Pimiento. Ediciones Cropkit SQM. Chile.
12. Borbor Neira, A. y Suárez Suárez, G. (2013). Producción de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annum*) a partir de semillas sometidas a imbibición e imbibición más campo magnético en el campo experimental Río Verde, cantón Santa Elena (Doctoral dissertation).
13. Cabalceta, E.; Monge Pérez, J., (2017). Caracterización morfológica de 15 genotipos de pimiento (*Capsicum annum*. L) cultivados bajo invernadero en Costa Rica.
14. Cartagena Pozo, A. S. (2004). Estudio de pre factibilidad para la producción de pimiento (*Capsicum annum*) sello verde con fines de exportación.
15. Collantes J. (2015). Estudio de dos tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en dos híbridos comerciales de pimiento (*Capsicum annum* L) en la parte alta de la Cuenca del Río Guayas.
16. Domínguez, (2009). Tratado de la fertilización. Primera edición. Editorial Mundo prensa. Madrid – España.
17. Eco Agricultor. 2014. Consultado el 01 de Abril del 2019. Disponible en: www.ecoagricultor.com/el-cultivo-del-pimiento/
18. FAO. 2010. Food and agriculture organization of the United Nations. Estadísticas sobre el cultivo de pimiento. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>

19. Flexas, J.; Barón, M.; Bota, J.; Ducruet, J. M.; Gallé, A.; Galmés, J.; & Tomàs, M. (2009). Photosynthesis limitations during water stress acclimation and recovery in the drought-adapted *Vitis* hybrid Richter-110 (*V. berlandieri* × *V. rupestris*). *Journal of Experimental Botany*, 60(8), 2361-2377.
20. García y Tulio (2019). Efecto de cuatro bioestimulantes foliares en la fisiología y los rendimientos del pimiento (*capsicum annuum*). *Revista Infociencia*, ISSN 1029-5186, Vol.23, N.1, enero-abril, 2019, p. 59- 70.
21. Grijalva-Contreras, R. L.; Macías-Duarte, R. & Robles-Contreras, F. (2008). Productividad y calidad de variedades y densidades de chile bell pepper bajo condiciones de invernadero en el Noroeste de Sonora. *Biotecnia* (México). 10(3): 3-10.
22. Gruda, N.; 2005. Impact of environmental factors on product quality of greenhouse vegetables for fresh consumption. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24: 227-247.
23. Jovicich, E.; Cantliffe, D. J. & Hochmuth, G. J. (1999). Plant density and shoot pruning on yield and quality of a summer greenhouse sweet pepper crop in Northcentral Florida. En: K. D. Batal (Ed.). *Proceedings 28th National Agricultural Plastics Congress, 19-22 mayo* (pp. 184-190). Tallahassee, Florida, EEUU.
24. Jovicich, E.; Cantliffe, D. J. & Stoffella, P. J. (2004). Fruit yield and quality of greenhouse-grown bell pepper as influenced by density, container, and trellis system. *Hort Technology* . 14(4): 507-513.
25. Kasperbauer, M. J. 2000. Strawberry yield over red versus black plastic mulch. *Crop Sci.* 40: 171-174.
26. Konings, H. 1989. Physiological and morphological differences between plants with a high NAR or a high LAR as related to environmental conditions. pp. 101-123. In: H. Lambers, M. L. Cambridge, H. Konings, and T. L. Pons (eds.). *Causes and consequences of variation in growth rate and productivity*. SPB Academic Publishing. The Hague, the Netherlands.
27. Martínez, P. S. (2005). *Conjunto Tecnológico para la Producción de*. (P. S. Martínez, Editor) Recuperado el 29 de 03 de 2019, de Suelo y preparación del terreno: <http://www.eea.uprm.edu/sites/default/files/PIMIENTO->
28. Martínez, S. (2011). Efecto de cuatro bioestimulantes en el crecimiento y productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) Variedad cacique en la zona de Chaltura, Provincia de Imbabura". Pág. 22-35

29. Morales Rosales, J. E., Francomora, O., González Huerta, A. 2011. Snap bean production using sunflowers as living trellises in the central high valleys of México. *Cien. Inv. Agr.*, 38 (1): 53-63.
30. Morales Rosero, E. J., & Pachacama Cevallos, S. L. (2011). Evaluación agronómica de cinco híbridos, de pimiento dulce (*Capsicum Annuum* L.) con tres dosis de fertilización química, bajo invernadero en la parroquia de Pifo.
31. Moreno Pérez, E.; Mora Aguilar, R.; Sánchez del Castillo, F.; García Pérez, V. (2017) Fenología y Rendimiento de híbridos de Pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) Cultivados en hidroponía
32. Moreno, E. C.; Mora, R.; Sánchez, F. & García-Pérez, V. (2011). Fenología y rendimiento de híbridos de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) cultivados en hidroponía. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 17(edición especial 2): 5-18.
33. Moreno, V.; Ribas, F. E.; Cabello, M. J. 2004. Extracto de Artículo de la Revista Agricultura. Pág. 476-480
34. Nogueira, I.; María Teresa Gomes; López, R.; da Silva, A. y Maria do Rosário L. (2007). Producto e cualidades de frutos de híbridos de pimentão (*Capsicum annuum*) en ambiente protegido en Manaus-AM". *Acta Amazónica*. vol. 37(4):p. 491 – 496.
35. Orellana C. y León E. (2011). Evaluación de la producción del cultivo hidropónico de 3 variedades de pimiento (*Capsicum annuum*), bajo invernadero en la solución nutritiva La Molina.
36. Pérez Toapanta, M. F. (2014). Evaluación de tres sustratos y cuatro dosis de bioestimulantes para la producción de pimiento ornamental (*Capsicum annuum*) bajo invernadero. Quito, Pichincha.
37. Pérez, Y. L., & Barrera, Y. P. (2014). Efecto de la aplicación del bioestimulantes fitomase en tres etapas de desarrollo del cultivo del pimiento Eumed.net. Recuperado de: <http://www.eumed.net/rev/delos/20/cultivo-frijol.html>
38. Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (1992). *Biología de las plantas* (Vol. 2). Reverté.
39. Reséndiz-Melgar, R. C.; Moreno-Pérez, E. C.; Sánchez-Del Castillo, F.; Rodríguez-Pérez, J. E. & PeñaLomelí, A. (2010). Variedades de pimiento morrón manejadas con despunte temprano en dos densidades de población. *Revista Chapingo Serie Horticultura* . 16(3): 223-229.

40. Reyes Pérez, J.; Luna Murillo, R.; Reyes Bermeo, M.; Zambrano Burgos, D.; Vázquez Morán, F., (2017). Fertilización con abonos orgánicos en el pimiento (*Capsicum annuum* L.) y su impacto en el rendimiento y sus componentes. Pág. 90-93
41. Ríos A. (2012). del cultivo, E. D. L. P., pimiento, d., de Fertilización, Provincia, Pichincha, D., Endara, G., & Ecuador, G. (2012). Universidad Estatal de Bolívar facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos naturales y del Ambiente Escuela de Ingeniería Agronómica.
42. Ríos, J. P. (2011). País exportará chile dulce fresco a Estados Unidos. La Nación (Costa Rica). 30 agosto. Obtenido desde: http://www.nacion.com/economia/Pais-exportara-chile-fresco-Unidos_0_1216878334.html.
43. Rodríguez Llanes, Y.; Tomás, L.; Depestre, M.; Palloix, A. (2014), Comportamiento en campo abierto de nuevos híbridos f_1 y variedades de pimiento (*Capsicum annuum* l.) Multirresistentes a virus. Pág. 52-57.
44. Román Esquivel, C. (2017). Ficha técnica de fertilizantes. Agausa Agrobiologicos
45. Seifi, S.; Nemati, S. H.; Shoor, M. & Abedi, B. (2012). The effect of plant density and shoot pruning on growth and yield of two greenhouse bell pepper cultivars. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*. 3(11): 77-83.
46. Serrano, C. Z. 1996. Veinte cultivos de hortalizas en invernadero. Manuales técnicos de Sevilla, España. pp. 433-487. ISBN: 84-605-4596-2.
47. Suquilanda, M. 2002. Producción orgánica de pimiento en la Sierra norte y Central del Ecuador. Quito. P. 18.
48. Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). Plant physiology 5th Ed. Sunderland, MA: Sinauer Associates, 782 p.
49. Valle, M.J.C. 2010. Acumulación de biomasa, crecimiento y extracción nutrimental (*Capsicum annuum* L.). Instituto de horticultura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 90 p.
50. Villavicencio A. Vásquez, W. (2008). Guía Técnica de Cultivos. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias Manual N° 73. Ficha 1 y 2. Revisado el 30/03/2019.

CAPÍTULO VII.

ANEXOS

Anexo 1: Plantacion del pimiento *Capsicum annuum* L., bajo invernadero



Anexo 2 : Control de malezas bajo invernadero



Anexo 3: Riego por goteo bajo invernadero



Anexo 4: Tutorado de las plantas de pimiento bajo invernadero.



Anexo 5: Control de malezas a campo abierto



Anexo 6: Dinámica de crecimiento del pimiento *Capsicum annuum* L., bajo invernadero para los cuatro tratamiento

		Altura 10 días			
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1			
1	21	17,3576			
2	21	17,8952			
4	21	18,8457			
3	21	18,9414			
Sig.		0,056			
20 días		1	2	3	
3	21	29,465			
4	21	36,4543			
1	21	38,21			
2	21	46,6252			
Sig.		1	0,441	1	
30 días		1	2	3	
3	21	36,084			
1	21	44,7671			
4	21	47,8886			
2	21	53,7681			
Sig.		1	0,193	1	
40 días		1	2	3	
3	21	45,608			
1	21	54,4119			
4	21	58,9171			
2	21	64,0538			
Sig.		1	0,051	1	
50 días		1	2	3	
3	21	56,734			
1	21	65,569			
4	21	71,0124			
2	21	75,0538			
Sig.		1	1	0,125	
60 días		1	2	3	4
3	21	68,591			
1	21	76,2452			
4	21	83,35			
2	21	90,1819			
Sig.		1	1	1	1
70 días		1	2	3	
3	21	79,43			
1	21	83,293			
4	21	94,8124			
2	21	101,0486			
Sig.		0,213	1	1	

Anexo 7: Diámetro del tallo del pimiento *Capsicum annuum* L. Bajo invernadero para los cuatro tratamientos

10 días			
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
1	21	0,3286	
3	21	0,3338	
4	21	0,3933	
2	21	0,48	
Sig.		0,528	
20 días			
		1	
1	21	,3333	
3	21	,3338	
4	21	,3933	
2	21	,4800	
Sig.		,554	
30 días			
		1	
1	21	,4810	
4	21	,4981	
2	21	,5095	
3	21	,5190	
Sig.		,702	
40 días			
		1	
4	21	,4981	
3	21	,5190	
2	21	,5238	
1	21	,5381	
Sig.		,721	
50 días			
		1	
4	21	,4981	
3	21	,5190	
2	21	,5238	
1	21	,5381	
Sig.		,721	
60 días			
		1	2
4	21	,4981	
3	21	,5190	
2	21		,7571
1	21		,7810
Sig.		,974	,963
70 días			
		1	
1	21	,9048	
2	21	,9095	
4	21	,9333	
3	21	,9429	
Sig.		,930	

Anexo 8: Número de hojas del pimiento *Capsicum annum* L., bajo invernadero para los cuatro
tratamiento

10 días Hojas		
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
4	21	7,19
1	21	7,29
2	21	7,62
3	21	8,19
Sig.		,416
20 días		
		1
1	21	6,90
4	21	7,19
2	21	7,62
3	21	8,19
Sig.		,167
30 días		
		1
2	21	15,65
3	21	16,95
1	21	17,10
4	21	17,67
Sig.		,544
40 días		
		1 2
4	21	17,67
2	21	26,00
1	21	27,19
3	21	27,29
Sig.		1,000 ,952
50 días		
		1 2
4	21	17,67
2	21	26,00
1	21	27,19
3	21	27,29
Sig.		1,000 ,952
60 días		
		1 2
4	21	17,67
2	21	26,00
1	21	27,19
3	21	27,29
Sig.		1,000 ,952
70 días		
		1
2	21	49,86
3	21	49,86
4	21	49,95
1	21	53,10
Sig.		,899

Anexo 9: Flores del pimiento *Capsicum annuum* L., bajo invernadero para los cuatro tratamiento

N° Flores 40 días		
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05 1
1	21	14,0952
2	21	14,1429
3	21	16,9048
4	21	17,5238
Sig.		,255
50 días		
		1
2	21	13,7143
3	21	16,9048
4	21	17,5238
1	21	18,1429
Sig.		,088
60 días		
		1
2	21	12,9524
4	21	13,2857
1	21	14,2381
3	21	21,4286
Sig.		,921
		2
		1,000
70 días		
		1
2	21	14,8571
1	21	16,3810
4	21	16,6667
3	21	17,5714
Sig.		,537

Anexo 10: Flores del pimiento *Capsicum annuum* L., bajo invernadero para los cuatro tratamiento

N° Frutos 40			
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
2	21	,7143	
4	21	1,5238	
1	21	1,8571	
3	21	1,9524	
Sig.		,108	
50 días		1	
4	21	3,2857	
2	21	4,1905	
1	21	4,2857	
3	21	4,6667	
Sig.		,305	
60 días		1	2
2	21	14,1905	
1	21	14,9524	
3	21	17,3810	17,3810
4	21		22,1429
Sig.		,342	,067
70 días		1	2
3	21	28,4286	
4	21	30,2381	
1	21	31,8095	31,8095
2	21		37,1429
Sig.		,517	,140

Anexo 11: Área foliar en dos momentos 30 y 60 días.

Área foliar 30 días			Área foliar 60 días		
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1			1
4	3	0,23	3	3	0,3
1	3	0,26	4	3	0,31
2	3	0,26	1	3	0,32
3	3	0,27	2	3	0,33
Sig.		0,333	Sig.		0,749

Anexo12: Rendimiento biológico en dos momentos

Rendimiento Biológico 30 días				Rendimiento Biológico 60 días		
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1	2			1
4	3	0,7933		3	3	18,9067
3	3	0,96		4	3	20,5667
1	3	1,0467	1,0467	2	3	21,9733
2	3		1,7667	1	3	27,97
Sig.		0,705	0,058	Sig.		0,407

Anexo 13: Rendimiento Económico en dos momentos.

Rendimiento Económico 30 días				Rendimiento Económico 60 días		
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1	2			1
4	3	0,47		4	3	8,0667
1	3	0,5467		3	3	8,9967
3	3	0,6167	0,6167	1	3	10,4367
2	3		0,9833	2	3	11,5367
Sig.		0,709	0,101	Sig.		0,202

Anexo 14: Dinámica de crecimiento del pimiento *Capsicum annuum* L., a campo abierto para los cuatro tratamiento

10 días Altura				
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	
4	30	8,9700		
3	30	9,8267		
2	30			11,2267
1	30			11,3100
Sig.		,308		,998
20 días				
		1	2	
4	30	10,4467		
3	30	10,9867		10,9867
2	30			12,6467
1	30			12,7500
Sig.		,872		,068
30 días				
		1	2	
4	30	11,6467		
3	30	12,0767		
2	30	12,8967		12,8967
1	30			14,7000
Sig.		,553		,232
40 días				
		1	2	
4	30	12,3767		
2	30	14,2000		14,2000
3	30	15,0833		15,0833
1	30			16,6733
Sig.		,345		,426
50 días				
		1	2	
4	30	10,6667		
2	30	14,7967		14,7967
3	30			16,2100
1	30			16,9300
Sig.		,160		,701
60 días				
			1	
1	30			18,7000
2	30			19,2833
3	30			19,5167
4	30			22,2833
Sig.				,567
70 días				
		1	2	
2	30	21,1500		
4	30	21,5667		
3	30	27,9333		27,9333
1	30			31,4833
Sig.		,148		,679
80 días				
		1	2	
2	30	23,2333		
4	30	28,6000		28,6000
3	30	31,8500		31,8500
1	30			35,9333
Sig.		,142		,263

Anexo 15: Diámetro del crecimiento del pimiento *Capsicum annuum* L., a campo abierto para los cuatro tratamientos.

Diámetro 10 días			
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
4	30	,2900	
3	30	,3000	,3000
1	30	,3033	,3033
2	30		,3100
Sig.		,128	,353
20 días			
4	30	,3000	
3	30	,3167	,3167
1	30	,3267	,3267
2	30		,3433
Sig.		,314	,314
30 días			
3	30	,2967	
2	30	,3067	
4	30	,3367	,3367
1	30		,3733
Sig.		,316	,394
40 días			
4	30	,3200	
2	30	,3333	
3	30	,3633	
1	30	,3700	
Sig.		,537	
50 días			
2	30	,3367	
3	30	,3633	
1	30	,3733	
4	30	1,3933	
Sig.		,250	
60 días			
1	30	,4233	
2	30	,4233	
3	30	,4667	
4	30	,4767	
Sig.		,782	
70 días			
2	30	,4233	
4	30	,4397	
3	30	,5700	,5700
1	30		,6000
Sig.		,080	,960
80 días			
2	30	,4400	
4	30	,5267	
1	30	,5687	

3	30	,6133
Sig.		,110

Anexo 16: Número de hojas del pimiento *Capsicum annuum* L., a campo abierto para los cuatro tratamiento.

10 días N° Hojas			
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
3	30	5,70	
4	30	5,87	
1	30	6,33	
2	30	6,43	
Sig.		,162	
20 días			
		1	2
4	30	6,77	
3	30	7,07	7,07
1	30		8,07
2	30		8,10
Sig.		,911	,107
30 días			
		1	
4	30	8,67	
2	30	9,30	
1	30	10,47	
3	30	12,27	
Sig.		,355	
40 días			
		1	
2	30	8,07	
4	30	8,53	
3	30	8,90	
1	30	10,77	
Sig.		,056	
50 días			
		1	2
4	30	7,93	
2	30	9,13	9,13
3	30	10,80	10,80
1	30		12,10
Sig.		,182	,158
60 días			
		1	
1	30	11,30	
2	30	11,30	
3	30	12,67	
4	30	14,33	
Sig.		,373	
70 días			
		1	2
4	30	16,20	
2	30	21,30	
3	30	23,80	23,80
1	30		31,77
Sig.		,135	,108
80 días			
		1	2
2	30	24,73	
4	30	29,43	29,43
3	30	33,73	33,73
1	30		38,37
Sig.		,245	,251

Anexo 17: Número de frutos del pimiento *Capsicum annuum* L., a campo abierto para los cuatro tratamiento.

30 días Flores			
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1	30	0,0000	
3	30	,1333	
2	30	,3000	
4	30		1,9813
Sig.		,188	1,000
40 días			
4	30	,4667	
3	30	,7667	
2	30	1,2000	1,2000
1	30		2,0667
Sig.		,139	,056
50 días			
1	30	1,0000	
4	30	1,3667	1,3667
2	30	1,6000	1,6000
3	30		2,2667
Sig.		,588	,235
60 días			
3	30	1,8000	
4	30	1,8000	
1	30	1,9333	
2	30	2,5667	
Sig.		,462	
70 días			
3	30	1,8000	
4	30	1,8000	
1	30	1,9333	
2	30	2,5667	
Sig.		,462	
80 días			
4	30	,1667	
1	30	,3667	
2	30	,4000	
3	30	,4333	
Sig.		,395	

Anexo 18: Número de frutos del pimiento *Capsicum annuum* L., a campo abierto para los cuatro tratamiento.

30 días Frutos			
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1	30	0,0000	
2	30	0,0000	
3	30	0,0000	
4	30		,3333
Sig.		1,000	1,000
50 días			
		1	2
3	30	0,0000	
4	30	0,0000	
2	30	,3000	,3000
1	30		,6000
Sig.		,197	,197
60 días			
		1	
4	30	,1667	
1	30	,3667	
2	30	,4000	
3	30	,4333	
Sig.		,395	
70 días			
		1	
4	30	,1667	
1	30	,3667	
2	30	,4000	
3	30	,4333	
Sig.		,395	

Anexo 19: Área foliar en dos momentos 30 y 60 días

Área foliar 30 días			Área foliar 60 días		
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05
3	3	,0667	2	3	,0833
4	3	,0667	4	3	,0867
2	3	,0700	3	3	,0900
1	3	,0733	1	3	,1167
Sig.		,882	Sig.		,763

Anexo 20: Rendimiento biológico en dos momentos a campo abierto

Rendimiento Biológico 30 días			Rendimiento Biológico 60 días		
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05 1	Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05 1
2	3	,4267	2	3	7,6700
3	3	,4267	3	3	7,6833
1	3	,5000	1	3	7,8567
4	3	,6833	4	3	9,4433
Sig.		,743	Sig.		,527

Anexo 21: Rendimiento Económico en dos momentos a campo abierto

Rendimiento Económico 30 días			Rendimiento Económico 60 días		
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05 1	Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05 1
2	3	,1933	2	3	3,0733
3	3	,1933	3	3	3,1600
1	3	,2900	1	3	3,2633
4	3	,4533	4	3	3,8167
Sig.		,720	Sig.		,569