UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

EFECTO DE TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA Y LA SOMBRA EN EL RENDIMIENTO DEL *Capsicum annuum* (AJÍ PIMENTÓN) BAJO EL SISTEMA DE FERTIRRIEGO EN TINGO MARÍA

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

CALY JHORVIN COMETIVOS CARHUA

Asesor

CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS

Tingo María – Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA
Km 1.21 carretera Tingo María. Telf. (062) 561136 E.mail: fagro@unas.edu.pe.

"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Nº 006-2024-FA-UNAS

BACHILLER : CALY JHORVIN COMETIVOS CARHUA

TÍTULO : **"EFECTO DE TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA Y LA SOMBRA EN EL RENDIMIENTO DEL *Capsicum annuun* (AJÍ PIMENTON) BAJO EL SISTEMA DE FERTIRRIEGO EN TINGO MARÍA"**

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. GILBERTO MEDINA DÍAZ
VOCAL : Ing. LUZ ELITA BALCAZAR TERRONES
VOCAL : Ing: JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATÍAS

ASESOR : Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 20/09/2017

HORA DE SUSTENTACIÓN : 7:00 P.M.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA AUDIVISUAL DE LA F.A

CALIFICATIVO : MUY BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 28 DE FEBRERO DE 2024

Dr. GILBERTO MEDINA DÍAZ
PRESIDENTE

Ing. LUZ ELITA BALCAZAR TERRONES
VOCAL

Ing. JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATÍAS
VOCAL

Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS
ASESOR

Escaneado con CamScanner

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN - DGI
REPOSITORIO INSTITUCIONAL - UNAS
Correo: repositorio@unas.edu.pe

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 129 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Agronomía

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EFECTO DE TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA Y LA SOMBRA EN EL RENDIMIENTO DEL Capsicum annuum (AJÍ PIMENTÓN) BAJO EL SISTEMA DE FERTIRRIEGO EN TINGO MARÍA	CALY JHORVIN COMETIVOS CARHUA	24 % Veinticuatro

Tingo María, 10 de abril de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTION DE LA INVESTIGACIÓN
Dr. Tomas Menacho Malqui
JEFE

C.C. Archivo

Escaneado con CamScanner

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

EFECTO DE TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA Y LA SOMBRA EN EL RENDIMIENTO DEL *Capsicum annuum* (AJÍ PIMENTÓN) BAJO EL SISTEMA DE FERTIRRIEGO EN TINGO MARÍA

Autor	:	Caly Jhorvin Cometivos Carhua
Asesor (es)	:	Ing. Carlos Miguel Miranda Armas

Programa de investigación	:	Suelos y fertilizantes
Línea de investigación	:	Fertilidad, clasificación, recuperación y manejo de suelos
Eje temático	:	Fertirriego en ají pimentón
Lugar de ejecución	:	Fundo “El Agrónomo” - Afilador
Duración del trabajo	:	6 meses.
Financiamiento	:	S/ 3 029,68

Tingo María – Perú, 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

Universidad	**:**	Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad	**:**	Agronomía
Título de tesis	**:**	Efecto de tres distanciamientos de siembra y la sombra en el rendimiento del *Capsicum annuum* (Ají pimentón) bajo el sistema de fertirriego en Tingo María.
Autor	**:**	Caly Jhorvin Cometivos Carhua
Asesor de tesis	**:**	Ing. Carlos Miguel Miranda Armas.
Escuela profesional	**:**	Agronomía
Programa de investigación	**:**	Suelos y fertilizantes
Línea(s) de investigación	**:**	Fertilidad, clasificación, recuperación y manejo
Eje temático de investigación	**:**	Fertirriego en ají pimentón
Lugar de ejecución	**:**	Fundo “El Agrónomo” - Afilador
Duración	**:**	Inicio **:** 15 – 02 – 2014 Término **:** 15 – 08 – 2014
Financiamiento	**:**	FEDU **:** 0 soles Propio **:** 3 029,68 soles Otros **:** 0 soles

Tingo María, Perú – Junio, 2024

DEDICATORIA

A Dios

Por el éxito y la satisfacción de esta investigación, quien me regala los dones de la sabiduría para enfrentar retos, y mostrarme siempre su inmensa bondad.

A mi padre

Félix Cometivos Salas, quien desde el cielo ve realizado el sueño de padre.

A mis padres

Flor Violeta Carhua Loarte, Constantino Cajas Castro y Felima Morales Ubaldo que con amor y gratitud me guiaron y enseñaron a tener amor, simpatía y respeto a la vida.

A mis hermanos

Mery Eduardo Retis, Kedin Delfín Eduardo Carhua, Kenyi Jonath Eduardo Carhua y Luzmila Carhua Bonifacio de quienes he tenido incondicionalmente su apoyo en todo momento.

AGADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), por ser el alma mater que me brindó la oportunidad de formarme como profesional.

Un especial agradecimiento al Ing. Carlos Miguel Miranda Armas, por su asesoría en el presente trabajo de investigación.

Al Ing. Juan Mártires Ccoycca Fernández, patrocinador de la presente investigación, cuyo apoyo fue más allá de lo esperado de un asesor, por la dedicación, consejos y conocimientos brindadas hacia mi persona.

Así mismo a los miembros de mi jurado de tesis del presente trabajo al Dr. Gilberto Medina Díaz, como presidente quien reviso académica y científicamente y autorizo el empastado, Ing. Luz Elita Balcazar Terrones y M.Sc. Jaime Josseph Chávez Matías, por la revisión del trabajo de investigación cuyas correcciones me hicieron profundizar mucho más en mi tema para mejorarlo.

Al fundo "El Agrónomo" por permitir que la presente investigación se realice bajo sus atributos.

A los docentes de la Facultad de Agronomía por haber sido los principales forjadores para mi formación como profesional.

A mis amigos, Carla Palomino Vera, Janeth Zaromo Pino, Jessica Victoria Quesquen Condori y Edwin Efraín Jambo Cristóbal, por su gran calidad humana, apoyo incondicional y ánimo contagioso, que no me dejaron desfallecer para así poder llevar a cabo la culminación de esta investigación.

A aquellas personas que de alguna manera u otra apoyaron desinteresadamente para la culminación del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

Página

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN ……1

1.1. Objetivo general ……..... 1

1.2. Objetivos específicos……...1

II. REVISIÓN DE LITERATURA …….. 2

2.1. *Capsicum Annuum* (Ají pimentón) …… 2

2.1.1. Distribución 2

2.1.2. Condiciones edafoclimáticas 2

2.1.3. Cultivo de la especie..... 3

2.2. Manejo agronómico del cultivo de *C. Annuum* ……..... 3

2.2.1. Almácigo 3

2.2.2. Transplante 4

2.2.3. Aporque 4

2.2.4. Riego..... 4

2.2.5. Tutorado 5

2.2.6. Fertilización..... 5

2.2.7. Deshierbo..... 6

2.2.8. Plagas y enfermedades 6

2.2.9. Cosecha..... 6

2.2.10. Comercialización..... 6

2.3. Variedad Yolo Wonder …….. 7

2.3.1. Descripción..... 7

2.3.2. Forma de Siembra..... 7

2.3.3. Tipo de Suelo..... 7

2.3.4. Tiempo de Cosecha 8

2.4. Densidad de siembra para el cultivo de *C. Annuum* …….. 8

2.5. Sombra en el cultivo de *C. Annuum* …….. 9

2.6. Sistema de fertirriego en el cultivo de *C. Annuum* …….. 11

2.7. Investigaciones realizadas en el cultivo de *C. Annuum* …….....… 12

III. MATERIALES Y MÉTODOS ……..15

3.1. Localización del experimento …….. 15

3.1.1. Ubicación política 15
3.1.2. Condiciones climáticas 15
3.1.3. Análisis químico del sustrato 17
3.1.4. Antecedentes del campo experimental 18
3.2. Material y métodos 18
3.2.1. Material biológico 18
3.2.2. Fertilizantes 18
3.2.3. Materiales 18
3.2.4. Equipos 19
3.3. Componentes en estudio 19
3.3.1. Diseño experimental 19
3.3.2. Modelo aditivo lineal 19
3.3.3. Esquema de análisis de variancia (ANVA) 20
3.3.4. Factores en estudio 21
3.3.5. Tratamientos en estudio 21
3.4. Características del campo experimental 21
3.5. Ejecución del experimento 23
3.5.1. Preparación del almácigo 23
3.5.2. Transplante a cartuchos 24
3.5.3. Preparación del sustrato 24
3.5.4. Delimitación y limpieza del área experimental 25
3.5.5. Instalación de sombra 25
3.5.6. Llenado de bolsas 25
3.5.7. Transplante a las bolsas 25
3.5.8. Recalce 26
3.5.9. Tutorado 26
3.5.10. Deshierbo 26
3.5.11. Aporque 26
3.5.12. Control fitosanitario 26
3.5.13. Fertirriego 27
3.5.14. Cosecha 27
3.6. Características registradas 27

3.6.1. Características vegetativas 27
3.6.2. Características Productivas 28
3.6.3. Análisis económico 29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 30
4.1. Características vegetativas del *C. Annuum* por efecto del distanciamiento de siembra y la sombra 30
4.1.1. Efecto principal 30
4.1.2. Efecto simple 35
4.2. Características productivas del *C. Annuum* por efecto del distanciamiento de siembra y la sombra 43
4.2.1. Efecto principal 43
4.3. Análisis económico 52
V. CONCLUSIONES 54
VI. PROPUESTAS A FUTURO 55
VII. REFERENCIAS 56
ANEXOS 61

ÍNDICE DE TABLA

Tabla **Página**

1. Requerimientos nutricionales por hectárea de *C. annuum*. 5
2. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento, Febrero - Agosto del 2014..... 16
3. Resultados del análisis químico del sustrato experimental. 17
4. Esquema de análisis de variancia. 20
5. Descripción de los tratamientos en estudio. 21
6. Resumen del análisis de variancia para la altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/planta y área foliar del *C. Annuum*, por efecto de los distanciamientos de siembra y la sombra. 31
7. Resumen de la prueba de Tukey (a = 0,05) para la altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/ planta y área foliar del *C. Annuum,* por efecto de los tres distanciamientos de siembra. 32
8. Resumen de la prueba de Tukey (a = 0,05) para la altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/planta y área foliar del *C. Annuum*, por efecto de las dos porcentajes de sombra. 33
9. Resumen del análisis de variancia para la altura de planta, diámetro de tallo y el número de hojas/ planta del *C. Annuum*, por efectos simples de los distanciamientos de siembra y la sombra. 36
10. Efecto simple para la altura de planta, diámetro de tallo y el número de hojas/ planta del *C. Annuum*, usando dos porcentajes de sombra. 38
11. Efecto simple para la altura de planta, diámetro de tallo y el número de hojas/planta del *C. Annuum*, usando tres distanciamientos de siembra. 40
12. Resumen del análisis de variancia para el número de frutos/ha, diámetro polar de fruto, diámetro ecuatorial de fruto, grosor de pericarpio, peso de fruto y el rendimiento del *C. Annuum*, por efecto de los distanciamientos de siembra y la sombra. 44
13. Resumen de la prueba de Tukey (a = 0,05) para el número de frutos/ha, diámetro polar de fruto, diámetro ecuatorial de fruto, grosor de pericarpio, peso de ruto y el rendimiento del *C. Annuum*, por efecto de los tres distanciamientos de siembra. 46

14. Resumen de la prueba de Tukey (a = 0,05) para el número de frutos/ha, diámetro polar de fruto, diámetro ecuatorial de fruto, groso de pericarpio, peso de ruto y el rendimiento del *C. Annuum*, por efecto de los dos porcentajes de sombra. 48
15. Análisis económico de comercialización de fruto fresco de *C. annuum*. 53
16. Presupuesto general para la producción de *C. Annuum* bajo el sistema de fertirriego en condiciones de Tingo María. 62
17. Datos registrados para los caracteres vegetativos. 70
18. Datos registrados para los caracteres productivos. 71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura **Página**

1. Imagen satelital del trabajo de investigación. 15
2. Peso de los frutos de *C. Annuum* recolectados en las 6 cosechas realizadas durante la investigación 68
3. Detalle de las dimensiones del campo experimental. 69
4. Preparación del almácigo de *C. Annuum*. 72
5. Bolsas con sustratos considerados para la investigación. 72
6. Transplante de plántulas de *C. Annuum* en cartuchos de papel periódico 73
7. Transplante de plantas de *C. Annuum* a campo definitivo. 73
8. Tutorado de plantas de *C. Annuum* 74
9. Control de plagas a nivel de campo definitivo de *C. Annuum*. 74
10. Segunda cosecha de *C. Annuum*. 75
11. Determinación del diámetro ecuatorial del fruto de *C. Annuum*. 75

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la finca "El Agrónomo" perteneciente a la empresa Chemical Puro Química E.I.R.L., situado en la asociación de viviendas Afilador, ubicada a 1,5 Km de Tingo María, con el objetivo de determinar el distanciamiento de siembra y el porcentaje de sombra adecuado para la producción de *C. Annuum* variedad Yolo Wonder. Para ello se evaluó tres distanciamientos de siembra que fueron: 0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta, 0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 2 plantas/maceta y 0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 3 plantas/maceta y dos porcentajes de sombra 50 % y 30 %. El Diseño experimental utilizado fue de Parcelas divididas en bloques completamente al azar (DPD), con tres repeticiones. El sustrato utilizado fue compost.

Los resultados indican que al utilizar el distanciamiento de siembra 0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta se obtuvo mayor efecto en la altura de planta (103,17 cm), diámetro de tallo (20,56 mm), número de hojas (238,89), área foliar (71,93), diámetro polar de fruto (94,69 mm), diámetro ecuatorial de fruto (81,71 mm), grosor de pericarpio (5,63 mm) y peso de fruto (133,94 g). y en cuento a los porcentajes, los resultados fueron favorables al utilizar 30 % de sombra obteniendo mayor diámetro de tallo (18,70 mm), diámetro polar del fruto (93,46 mm), diámetro ecuatorial del fruto (80,35 mm), número de frutos/ha (373,71 frutos) y en el rendimiento (47,30 t/ha). Además al interactuar los factores distanciamiento de siembra y porcentaje de sombra, solo tienen efecto sobre las características vegetativas: altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas del *C. annuum*.

Finalmente al realizar el análisis de rentabilidad económica se determinó que al utilizar el distanciamiento de siembra 0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta con 30 % de sombra es el más rentable, con una relación B/C de 1,39 y un índice de rentabilidad de 0,39.

Palabras clave: ají pimentón, distanciamiento de siembra, fertirriego, sombra.

ABSTRACT

The present work was carried out on the "El Agrónomo" farm belonging to the company Chemical Puro Química E.I.R.L., located in the Afilador housing association, located 1,5 km from Tingo María, with the objective of determining the planting distance and the percentage of suitable shade for the production of *C. Annuum* variety Yolo Wonder. For this, three planting distances were evaluated, which were: 0,5 m x 0,5 m x 1,0 m at 1 plant/pot, 0,5 m x 0,5 m x 1,0 m at 2 plants/pot and 0,5 m x 0,5 m x 1,0 m at 3 plants/pot and two shade percentages of 50 %. and 30 %. The experimental design used was Plots Divided into Completely Random Blocks (DPD), with three repetitions. The substrate used was compost.

The results indicate that when using the planting distance of 0,5 m x 0,5 m x 1,0 m at 1 plant/pot, a geater effect was obtained on plant height (103,17 cm), stem diameter (20,56 mm), number of leaves (238,89), area leaf (71,93), fruit polar diameter (94,69 mm), fruit equatorial diameter (81,71 mm), pericarp thickness (5,63 mm) and fruit weight (133,94 g). and in terms of percentages, the results were favorable when using 30 % shade, obtaining geater stem diameter (18,70 mm), polar diameter of the fruit (93,46 mm), equatorial diameter of the fruit (80,35 mm), number of fruits/ha (373,71 fruits) and in yield (47,30 t/ha). Furthermore, when the factors sowing distance and shade percentage interact, they only have an effect on the vegetative characteristics: plant height, stem diameter and number of leaves of the *C. annuum* pepper.

Finally, when carrying out the economic profitability analysis, it is found that when using the planting spacing of 0,5 m x 0,5 m x 1,0 m at 1 plant/pot with 30 % shade, it is the most profitable, with a B/C ratio of 1,39 and a profitability index. . of 0,39.

Keywords: paprika pepper, planting spacing, fertigation, shade.

I. INTRODUCCIÓN

El *Capsicum. annuum* (Ají pimentón) es una hortaliza que se ha consumido cada vez más en los últimos años, porque es una verdura con un alto contenido en vitamina C (tres veces más que las naranjas), además de muchas vitaminas A, B y algunos minerales.

El *C. annuum* es una de las hortalizas más populares e incluso si no se cultiva en huertos, se puede cultivarlos en macetas.

El *C. annuum* tiene una gran demanda en el mercado nacional e internacional. Tradicionalmente se cultiva en campos abiertos y los factores de producción varían ampliamente, lo que hace que los cultivos sean más susceptibles a plagas y enfermedades y aumenta los costos de producción para el cultivo y el control sanitario de las plantas.

El *C. annuum* es un cultivo que necesita de luz para su desarrollo, sin embrago cuando tiene contacto directo con el sol los frutos sufren daños conociendo a este fenómeno como golpe de sol, dificultando así el manejo en campo abierto, además existen estudios en el que se manifiesta que la producción de *C. annuum* bajo malla sombra es mayor que una producción bajo sol directo. Por otro lado el cultivo de pimentón afecta su rendimiento cuando se trabaja a mayor densidad, influyendo sobre la morfología del fruto, rama, y hoja.

Se supone que, dadas las condiciones ambientales adecuadas, el cultivo producirá de acuerdo con su potencial genético; por lo tanto, este trabajo de investigación se ha desarrollado con la esperanza de ayudar a obtener más información sobre el cultivo de *C. annuum* variedad Yolo Wonder, planteándose los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general:

- Evaluar el efecto de tres distanciamientos de siembra y la sombra en el rendimiento del *C. annuum* bajo el sistema de fertirriego en Tingo María.

1.2. Objetivos específicos:

- Determinar el distanciamiento de siembra adecuado para la producción de *C. annuum*.
- Determinar el porcentaje de sombra adecuado para el cultivo del *C. annuum*.
- Determinar la relación Beneficio/Costo (B/C) de los tratamientos en estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. *Capsicum Annuum* (Ají pimentón)

2.1.1. Distribución

En el Perú crece en la costa, sierra y en el Amazonas a una altitud inferior a los 2000 metros. Las principales zonas productoras de pimiento son Lima, La Libertad, Ancash, Lambayeque, Piura y Tumbes (PIMIENTO, s/a).

2.1.2. Condiciones edafoclimáticas

Según Morales (2004), el mejor suelo para cultivar *C. annuum* es un suelo arenoso y suelto (no franco ni arcilloso), profundo, rico en entre un 3 y un 4 por ciento de materia orgánica y, lo más importante, bien drenado. (SIEMBRA de Pimientos, 2012), El suelo fangoso y asfixiante favorece el crecimiento de hongos en las raíces y su posterior descomposición.

Según García (2006), el principal factor del éxito de la cosecha es la calidad del sustrato seleccionado, cuyo principal objetivo es producir plantas de alta calidad en menor tiempo y a bajo coste.

Según la (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 1999), el *C. annuum* es considerado una planta con altos requerimientos de temperatura, lo que puede afectar su crecimiento, fertilidad e incluso el tamaño del fruto. A menos que se especifique una temperatura específica, los pimientos no se desarrollarán adecuadamente. Si la temperatura es demasiado baja, la fruta quedará fina y puntiaguda, si la temperatura es demasiado alta, la fruta quedará espesa. Esta cultura requiere niveles de temperatura especiales. La temperatura mínima para la fructificación ronda los 15°C y la temperatura biológica mínima es cercana a los 11°C; es muy sensible a los altos niveles de humedad relativa con un nivel de humedad ideal del 70 al 75%. Los requisitos de intensidad de luz son bastante limitados, con una intensidad de luz de aproximadamente 0,4 calorías cuando las hojas alcanzan la máxima actividad fotosintética. $cm^{-2}.min^{-1}$.

Según Pacheco (2001), el *C. annuum* es una planta que exige un clima cálido o templado. La temperatura mínima para la germinación y el crecimiento es de 15°C y la temperatura mínima para la floración y el crecimiento es de al menos 18°C. El rango de temperatura óptimo es de 20 a 26 ° C. Si la temperatura durante la floración es baja (10 a 15°C), las flores tendrán un aspecto inusual, dando lugar a frutos pequeños y deformes.

Según Morales (2004), el *C. annuum* es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración. Poco exigente en fotoperiodo, siempre que la intensidad de la luz sea alta. Muy exigente en intensidad, sobre todo en periodo de floración.

2.1.3. Cultivo de la especie

XXIII CONFERENCIA INTERNACIONAL DE PEPPERS (2016), señala que el ají es uno de los insumos más importantes de la gastronomía peruana y por ello el consumo de este producto llega a ser de 4,5 kg per cápita al año, estando por debajo de los 10 kg que consume cada persona en México, pero casi a la par del consumo de los habitantes de Estados Unidos.

El (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGI], 2015) mostró cifras en las que se precisó que En 2015, Perú produjo 11.500 hectáreas de pimentón y pimiento, de las cuales 3.600 hectáreas fueron pimientos nativos, así como 3.600 hectáreas de pimentón, 1.900 hectáreas, 1.700 hectáreas de *C. annuum* y 473 hectáreas de pimiento piquillo. El C. annuum es una de las hortalizas más populares e incluso si no se cultiva en huertos, se puede cultivarlos en macetas (Morales, 2004). El cultivo del C. annuum utilizando abonos orgánicos es rentable ya que se loga obtener una buena relación Beneficio/Costo (Pérez, 2014).

2.2. Manejo agronómico del cultivo de *C. Annuum*

2.2.1. Almácigo

Pimienta de pimienta de pimienta se realiza en una bandeja de germinación. Utiliza huesos de sustrato, compost o roles. Las plántulas no deben tomar 30 días. (Pacheco, 2001).

La propagación se realiza utilizando las bandejas de germinación, de esta manera se tendrá plantas desarrolladas uniformemente, vigorosas y fuertes (Lauda, 2006). El período de germinación varía entre 10 - 15 días desde la siembra (Hernández, 1999).

2.2.2. Transplante

El transplante se realiza cuando las raíces salen de la base de la bandeja germinadora, para evitar daño de estas; el terreno debe humedecerse la noche anterior (Pacheco, 2001).

Según Morales y Pachacama (2011), el trasplante se realiza entre 35 y 40 días después de la siembra cuando tengan entre 5 y 10 cm de altura y 6 a 8 hojas verdaderas. Antes del trasplante se recomienda dejar de regar 4 días antes del trasplante y regar 12 horas antes del trasplante para endurecer la planta y evitar daños radiculares (Suquilanda, 2002).

Dos meses después de la siembra, cuando las plántulas miden más de 15 cm y tienen de 6 a 8 hojas, se siembran en hileras con una distancia de 40 a 50 cm entre plántulas y un espaciamiento entre hileras de 60 a 70 cm. Se debe excavar para airearlo y aportar 3 kg/m2 de compost, estiércol o humus de lombriz. En invernaderos, el marco de plantación más habitual es de 1,00 m entre hileras y 0,50 m entre plántulas, pero para plantas de tamaño mediano y dependiendo del tipo de poda, se puede aumentar la densidad de plantas hasta 2,5 - 3,0 plántulas por metro cuadrado. (SIEMBRA de Pimientos, 2012).

2.2.3. Aporque

Esta práctica consiste en cubrir con tierra o arena parte del tronco de la planta para reforzar su base y favorecer el desarrollo de las raíces (Unknown, 2012).

2.2.4. Riego

El riego debe mantenerse constante y en cantidades moderadas durante todas las etapas del cultivo, aunque las plantas puedan tolerar períodos cortos de sequía. (BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA, 2003).

Según Ampudia et al. (2009), recomiendan regar por la mañana para darle tiempo a las hojas a secarse y así evitar daños físicos por la exposición a la luz solar durante el

día o al anochecer, previniendo así problemas de enfermedades; además, se debe evitar la acumulación de agua en el sustrato para evitar la pudrición de raíces o tallos.

Es aconsejable que el agua utilizada para el riego no contenga niveles elevados de cloruro (Cl-) y sodio (Na+). El pimiento suele ser más tolerante a la salinidad que el pepino, pero menos que el tomate (Alarcón, s/a).

2.2.5. Tutorado

Es esencial para mantener el *C annunn* erguido, dado que sus tallos son propensos a romperse fácilmente. En invernaderos, las plantas son más delicadas y crecen más alto, por lo que se utilizan tutores para facilitar el cultivo y mejorar la ventilación (Unknown, 2012).

2.2.6. Fertilización

Según Landis (1989), los nutrientes claves que afectan la nutrición de las plantas son el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K).

Para prevenir deficiencias, se pueden reintroducir en el suelo mediante fertilizantes. Los fertilizantes que contienen nutrientes inorgánicos se conocen como fertilizantes químicos, mientras que aquellos derivados de desechos de plantas o animales se consideran abonos orgánicos. La mayoría de los fertilizantes se aplican al suelo, aunque algunos se pueden rociar sobre las hojas. El suelo es un sistema complejo físico, químico y biológico, donde el tamaño de las partículas y la capacidad de intercambio catiónico determinan la disponibilidad de agua y nutrientes. El pH del suelo también influye en la disponibilidad de minerales para las plantas (Landis, 1989).

Se requiere suelos ricos en N - P - K y elementos menores. Las cantidades de nutrientes que la planta de *C. annuum* extrae se observa en el siguiente Tabla:

Tabla 1. Requerimientos nutricionales por hectárea de *C. annuum*.

	N	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**S**
Rendimiento 80 t/ha	**Kg/ha**					
	233	110	357	84	65	52

Fuente: Fasagua, 2007.

2.2.7. Deshierbo

Para controlar las malezas, se puede utilizar un herbicida antes de la siembra para prevenir su emergencia. Si aparecen gramíneas una vez que el cultivo ha crecido, se puede aplicar un herbicida específico para gramíneas. En caso de una infestación leve de malezas, se recomienda retirarlas a mano (Pacheco, 2001).

2.2.8. Plagas y enfermedades

Según Howard (2006), las plagas más comunes en el *C. annuum* son: la *Tetranychus urticae* Kosh (Arañita roja), *Polyphagotarsonemus latus* (Acaro hialino), *Frankliniella occidentalis* Pergrande (Trips), *Bemisia tabaci* (Mosca blanca), áfidos y las orugas. Las enfermedades más comunes del *C. annuum* son: *Botrytis cinerea* (Moho gis), *Fusaríum solani* (Pudrición del tallo), virus moteado suave del pimiento (PMMV), virus mosaico del tabaco (TMV) y virus del bronceado del tomate (TSWV).

2.2.9. Cosecha

Según Pacheco (2001), la cosecha se realiza según el destino de venta, generalmente entre 100 y 120 días después del trasplante. Los frutos se recolectan a mano y se colocan en cajas de madera con capacidad de 8 a 10 kg. Es importante evitar la exposición directa al sol para prevenir quemaduras en los frutos.

Según la FAO (2014), el crecimiento de los frutos de *C. annuum* está influenciado por la posición del pedúnculo y el peso del fruto. Los frutos con pedúnculos inclinados están más protegidos por las hojas y se resguardan del sol, lo que facilita su recolección.

Según Lauda (2006), la calidad de los frutos va de acuerdo al mercado de destino del producto final, si el mercado de consumo es en fresco se requiere normas más estrictas (aspecto exterior, calibrado, envasado, etc.).

2.2.10. Comercialización

Según Lauda (2006), la clasificación de los frutos para la comercialización, se hace por categorías I y II.

Categoría I: Frutos sólidos, con el color y la forma característicos de la variedad, sin manchas ni residuos

Categoría II: Los que no cumplen con los estándares de la categoría I pueden tener los siguientes defectos: pequeñas heridas cicatrizadas o grietas que no superen los 3 cm.

Además los ajíes pimentón se clasifican según el tamaño: GG (Muy grande), G (Grande), M (Mediano) y P (Pequeño).

2.3. Variedad Yolo Wonder

2.3.1. Descripción

Es una variedad semi precoz, su planta es vigorosa, bien ramificada y muy productiva. (AGOSAD, s/a).

Produce frutos con forma cuadrada, que miden 10 cm de largo por 10 cm de ancho, con 3 a 4 lóbulos. (Vilarnau s/a). Los frutos son de color verde intenso y de color rojo cuando está maduro, la carne es gruesa, muy carnosos, dulce y consistente (AGOSAD, s/a).

2.3.2. Forma de Siembra

Para su cultivo se debe hacer el semillero a una profundidad de 1 cm, requiere transplante en marcos de 70 x 40 cm; el transplante se realiza con 5 - 6 hojas y 15 cm de altura (Vilarnau, s/a). El trasplante se lleva a cabo cuando las plantas alcanzan una altura de 15 cm, con una separación de 40 cm entre plantas y 60-70 cm entre hileras. Se recomienda utilizar de 15 a 20 kg de semillas por hectárea (AGOSAD, s/a).

2.3.3. Tipo de Suelo

Bien trabajado y preparado. Se recomienda sembrar en clima caliente (AGOSAD, s/a). Además se debe mantener en un terreno fresco y suelto. La época de siembra debe ser entre Febrero a Abril y la recolección entre Julio a Septiembre (Vilarnau, s/a).

2.3.4. Tiempo de Cosecha

Aproximadamente a los 65 días después del trasplante (AGOSAD, s/a).

2.4. Densidad de siembra para el cultivo de *C. Annuum*

La cantidad de semillas sembradas está vinculada a cómo la planta compite con otras plantas de la misma especie u otras, así como a su capacidad para captar la radiación solar de manera más o menos eficiente (Fageria, 1992, citado en Arcila, 2007).

El análisis de la densidad de siembra es crucial en el cultivo de *C. annuum,* ya que es una planta que crece de forma dicotómica, con la formación de frutos en los puntos de ramificación. En estos puntos, la competencia por nutrientes a menudo resulta en un desequilibrio entre el crecimiento de la parte vegetativa y la reproductiva (Viloria et al., 2001), lo que afecta negativamente el desarrollo y el rendimiento de las plantas. Sin embargo, esta competencia puede ser controlada mediante cambios en la densidad de plantas (Russo, 2003).

Una distribución inapropiada de las plantas en el terreno puede llevar a una captación ineficiente de la luz solar por parte del dosel del cultivo, lo que resulta en una disminución de la fotosíntesis y, en consecuencia, una menor producción de semillas y frutos (Andrade et al., 2002). Para optimizar el uso de los recursos ambientales (luz, humedad, suelo y nutrientes), contrarrestar la sensibilidad de las plantas al fotoperíodo y aumentar el rendimiento del cultivo, una estrategia consiste en emplear una distancia adecuada entre surcos y una densidad de plantas apropiada (Seiter et al., 2004).

En filas simples, las distancias entre surcos suelen oscilar entre 0,80 m y 1,50 m, mientras que la separación entre plantas varía de 25 cm a 40 cm según la variedad. Se coloca una sola planta por espacio, lo que resulta en una población aproximada de 26,000 a 28,000 plantas por hectárea. También se emplea el sistema de doble hilera, donde las plantas se disponen en filas dobles con una separación de 30 cm entre ellas (CHILTOMAS, 2007).

Las plantas reaccionan a las altas densidades de siembra de diversas maneras: incrementan la altura y la longitud de los entrenudos, mientras que reducen el número de ramas, nudos, hojas, flores y frutos. Esto se debe a un aumento en la competencia entre las plantas por luz, CO_2, agua y minerales (Willey, 1994).

Los resultados muestran que sembrar en tres y seis hileras en surcos estrechos en camas de 1,52 m aumenta el rendimiento de grano, principalmente debido a una mayor cobertura y área foliar. Esto favorece la conservación de la humedad del suelo en tratamientos con altas densidades de plantas, reduce el crecimiento de malezas y aumenta la captación de energía solar. La rápida sombra del suelo por parte del follaje evita la pérdida de agua por evaporación directa, lo que asegura una mayor eficiencia en el uso del agua en comparación con poblaciones de baja densidad de plantas. Además, se beneficia de la cosecha de agua in situ y la incorporación de residuos (Osuna et al., 2007).

2.5. Sombra en el cultivo de *C. Annuum*

Según Caldari (2007), existen más de 20 factores clave para el crecimiento y desarrollo de las plantas, siendo los más significativos la nutrición, la presencia de malas hierbas, las plagas y enfermedades, la temperatura, y la luz o radiación solar.

Según Gámez (s.d.), las plantas que no reciben suficiente luz tienden a producir hojas más pequeñas y alargadas en comparación con su anchura normal, y suelen tener un peso inferior. Por otro lado, las plantas expuestas a niveles elevados de luz pueden desarrollar puntos adicionales de crecimiento, presentar clorosis o decoloración de las hojas debido a la destrucción de la clorofila, y mostrar otros signos de estrés excesivo. También pueden resultar dañadas por una radiación de calor excesiva (infrarroja) o una radiación ultravioleta (UV) extrema.

En la Universidad Politécnica de Cartagena (España), Kitta (2015) llevó a cabo una investigación doctoral sobre *C. annuum*, concluyendo que el uso de estructuras de protección con mallas de sombreo puede aumentar la productividad de los cultivos de pimiento en un 70 % durante períodos de calor. También recomienda seleccionar la malla de sombra adecuada según la especie cultivada, con sombreado fuerte (50 %, para plantas ornamentales), medio (entre 50 % y 25 %) y moderado (25 %) para cultivos hortícolas o frutales.

El cultivo de *C. annuum* bajo coberturas de malla que ofrecen un 30 % de sombra produce aproximadamente el doble de rendimiento que las plantas que crecen a pleno sol (Dirección de Innovación y Calidad [DICA], 2012).

El propósito del uso de mallas es controlar el espectro de luz para influir en las respuestas fisiológicas de la planta que están reguladas por la luz (Shahak, 2006).

Cuando las plántulas de *C. annuum* están en crecimiento inicial, muestran cierta tolerancia a la sombra. En los semilleros, se ha observado que la aplicación de hasta un 55 % de sombra incrementa el tamaño de la planta, lo que resulta en una mayor producción en el campo de un mayor número de frutos de tamaño grande. La sombra ligera en el campo puede ser beneficiosa para el cultivo al reducir el estrés hídrico y mitigar el efecto del escaldado de los frutos debido a la exposición directa al sol. Sin embargo, un exceso de sombra puede disminuir el crecimiento de las plantas establecidas y provocar el aborto de flores y frutos (FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA, 1998).

Es una planta que requiere niveles elevados de luz, especialmente en las etapas iniciales de crecimiento y durante la floración, donde necesita una cantidad considerable de luz. Aunque no es particularmente sensible a la duración del día, parece que una duración media del día favorece la formación de flores (Hernández, 1999).

Los requisitos de intensidad lumínica para el cultivo de *C. annuum* son relativamente modestos, ya que sus hojas alcanzan la máxima actividad fotosintética con una intensidad lumínica de aproximadamente 0,4 cal/cm²/min (FAO, 2002).

En Culiacán (México), Ayala et al. (2015) llevaron a cabo un estudio para analizar cómo cinco tipos de mallas de sombra afectan la transmisión de radiación fotosintéticamente activa (RFA), la temperatura y la humedad relativa del aire, así como el crecimiento de las plantas y el rendimiento de frutos de *C. annuum*. Se utilizaron mallas de polietileno con un 50 % de sombra en colores verde, rojo, beige y azul, además de una malla negra como control positivo y un área sin malla como control negativo. Las mallas de colores transmitieron entre un 55,3 % y un 58,3 % de la RFA, mientras que la malla negra transmitió un 51,9 %. Aunque la reducción de la radiación debido a las mallas no tuvo un impacto significativo en la temperatura, la humedad relativa se incrementó desde un 9,1 % (malla negra) hasta un 21,0 % (malla beige). Las mallas verde y roja resultaron en los mayores incrementos en la altura y el área foliar de las plantas. Los rendimientos con calidad de exportación obtenidos con las mallas fueron entre un 52,5 % (malla negra) y un 132,8 % (malla beige) superiores a los 20,4 t/ha cosechados en el área sin malla. En este último, la producción de frutos que no alcanzaron la calidad comercial fue estadísticamente mayor que en las plantas protegidas con malla.

La luz verde tiene un papel especialmente importante en comparación con la luz azul o roja, principalmente debido a la estructura compleja de las hojas. En las hojas, la luz verde se "atrapa" y refleja continuamente fotones no absorbidos del espectro verde. Los fotones del espectro verde tienen un contacto extenso con las moléculas de clorofila, lo que resulta en una mayor absorción de un porcentaje más alto de estos fotones (Hershey, 1995).

Uno de los factores que afecta el resultado de la competencia por la luz es la disparidad en la altura de los componentes. Incluso pequeñas diferencias en altura pueden tener un efecto significativo en los niveles de luz interceptada por cada componente de la mezcla (Rodríguez, 2009).

2.6. Sistema de fertirriego en el cultivo de *C. Annuum*

Haiquim (1998) señala que la principal ventaja del riego localizado no radica tanto en el uso de aguas salinas o el ahorro de agua, sino en la capacidad de fertilizar de manera diaria, ajustando la fertilización según el proceso fotosintético y las necesidades específicas del cultivo. Ishikawa (2006) llevó a cabo investigaciones comerciales con el híbrido Martha en invernadero y con fertirrigación, logrando un rendimiento promedio de 78,1 toneladas por hectárea.

En Montecillo (México), Zúñiga et al. (2002), realizaron el cultivo de *C. annuum* bajo dos sistemas de riego, manifestando que obtuvieron un mejor rendimiento utilizando el riego superficial con 37,80 kg^{-m2} en comparación con las plantas desarrolladas con subirrigación que alcanzaron un rendimiento de 34,50 kg m^2; además indican que al utilizar el riego superficial obtuvieron un mayor número de frutos por m^2 y los frutos fueron de mejor calidad. La recomendación es convertir el suelo en un sistema hidropónico, proporcionando continuamente una solución nutritiva compuesta por agua de riego y fertilizantes. Se sugiere administrarla en dosis pequeñas pero con una frecuencia elevada, e incluso varias veces al día si se cuenta con equipos de fertirrigación automatizados adecuados.

Muñoz (2003) señala que dada la creciente escasez de recursos hídricos para la agricultura y el elevado costo de los insumos agrícolas, es crucial buscar alternativas tecnológicas que reduzcan los costos de producción y, al mismo tiempo, permitan obtener altos rendimientos con la mejor calidad posible sin afectar los recursos naturales. En este sentido, el fertirriego se ha destacado como una técnica prometedora en sistemas intensivos de cultivo de

hortalizas, ya que permite suministrar agua y nutrientes de manera adecuada a lo largo del ciclo de producción mediante el uso de sistemas de microirrigación.

2.7. Investigaciones realizadas en el cultivo de *C. Annuum*

En Petén (Guatemala), Pérez (2014), realizó una investigación, probando cuatro densidades de siembra en combinación con tres programas de fertilización, en el desarrollo y rendimiento del ají cobanero. Se empleó un diseño experimental de parcelas divididas con doce tratamientos y tres repeticiones. Se evaluaron la altura de las plantas, el número de frutos por planta, el rendimiento total en fresco y en seco, y la rentabilidad de los tratamientos. Los resultados mostraron que el tratamiento con una densidad de siembra de 20,000 plantas por hectárea y la aplicación de 200 – 75 - 130 kg/ha de N – P - K tuvo la mejor altura de planta, el mayor número de frutos por planta y el mejor rendimiento de ají fresco y seco después del secado. Además, fue el tratamiento más rentable, con un 44,81 %. Basándose en estos resultados, se recomienda a los productores de chile cobanero del municipio de San Luis, Petén, utilizar esta densidad de siembra y aplicación de nutrientes, y validar los resultados en otras zonas productoras del cultivo de chile cobanero.

En Aragua (Venezuela), Rodríguez (2013), cultivaron *C. annuum* cv. Júpiter. En el que evaluaron dos distancias de siembra entre plantas (0,20 y 0,40 m). Los resultados indicaron que a una distancia de 0,20 m el rendimiento es superior en comparación con la distancia de 0,40 con una media de 16,40 y 14,90 t/ha respectivamente; Además se obtuvo un mayor número de frutos por planta al utilizar un distanciamiento entre plantas de 0,40 m; por otro lado al utilizar un distanciamiento de 0,20 m se pudo obtener un mayor peso de fruto.

En México (México), Reséndiz et al. (2010), realizaron una investigación, para determinar el comportamiento de 17 variedades de *C. annuum* (4Ever, Cadia, Conan, Cyrus, Diego, Gandal, Giacomo, Gandísimo, Itzel, Magi, Magno, Moonset, Oberon, Orion, Triple4, Triple Star y Valencia), con dos densidades de trasplante (4 y 6 plantas/m^2). El estudio se llevó a cabo en un invernadero utilizando un sistema hidropónico. El incremento en la densidad de siembra resultó en una reducción significativa del peso seco total de la planta, el porcentaje de frutos cuajados, el número de frutos y el peso de los frutos por planta. Sin embargo, esto no afectó el rendimiento por unidad de superficie, que se mantuvo constante en ambas densidades. La variedad más destacada en rendimiento bajo el sistema de manejo

utilizado fue Orion, siendo el peso de los frutos por planta el componente más significativo del rendimiento.

En Machala (Ecuador), Balarezo (2008), realizó un trabajo de investigación, evaluando tres variedades de *C. annuum* (Irazú largo, Yolo wonder y Marconi) y tres distanciamientos de siembra (0,30, 0,40 y 0,50 m). Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial, con cuatro repeticiones. Se evaluaron diversas variables, incluyendo la altura de las plantas a los 30 y 60 días, así como en la cosecha, los días hasta la floración, el número de frutos por planta, el diámetro y la longitud del fruto, el peso promedio del fruto y el rendimiento por hectárea. La variedad Marconi mostró los mejores resultados en altura, longitud del fruto y número de frutos por planta. En cuanto al peso, diámetro del fruto y rendimiento, la variedad Yolo Wonder obtuvo los mejores promedios. En términos de distancias entre plantas, la mayor producción por hectárea se logró con un espaciamiento de 0,30 m x 1,00 m, seguido de 0,40 m x 1,00 m.

En Petén (Guatemala), Ortiz (2008), Se llevó a cabo una investigación que evaluó cuatro distancias de siembra y cuatro programas de fertilización en chile habanero (*Capsicum chinense*). Se encontró que la distancia de siembra tuvo un mayor impacto en el rendimiento del cultivo de chile que la fertilización. Se observó que el rendimiento de ají habanero fue superior cuando se manejó a distancias de 0,50 m o 0,25 m entre plantas, lo que confirma la respuesta positiva de esta especie al aumento de la densidad de plantas.

En Maracay (Venezuela), Díaz et al. (1999), realizaron un experimento para evaluar el efecto de la densidad de plantas (60,000 y 0,5mx0,5mx1,0m con 3 plantas/ bolsa) en el crecimiento vegetativo del *C. annuum* cv Jupiter, concluyendo que el desarrollo de la planta (altura de planta, numero de hojas, peso de tallos y hojas) resultan menores al incrementar el número de plantas/ha independientemente de la edad del cultivo indicando esto un efecto importante de la presión poblacional en el desarrollo de la planta de *C. annuum*.

En San Salvador (El Salvador), Díaz (2007) investigó la producción de *C. annuum* bajo coberturas de malla para sombra, encontrando que las plantas crecían más altas, tenían más hojas y producían un mejor rendimiento comercial en comparación con las plantas expuestas al sol directo. Además, entre 2009 y 2011, comparó los efectos de cinco niveles de sombra diferentes, desde 0 % hasta 80 %, y descubrió que la malla que proporcionaba un 30 % de

sombra aumentaba la fotosíntesis y duplicaba el rendimiento comercial. Sin la protección de sombra, los productores podrían sufrir pérdidas de cultivos de más del 50 % debido a los daños. En Lima (Perú), Howard (2006), realizó el cultivo de *C. annuum* en macetas bato, utilizando como sustrato aserrín, perlita y lana de roca, sembrando a un distanciamiento de 0,40 m entre las hileras simples y entre las líneas de riego fue de 1,46 m y a 0,50 m entre plantas, obteniendo una densidad de 35,000 plantas/ha y alcanzando una producción de 23 kg/m^2.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del experimento

3.1.1. Ubicación política

El presente trabajo de investigación se realizó en el fundo "El Agrónomo" perteneciente a la empresa Chemical Puro Química E.I.R.L., situado en la asociación de viviendas Afilador, ubicada a 1,5 Km de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco. Cuyas coordenadas son las siguientes: 18 L 390351 E, UTM 8969281 N y a una altitud de 656 msnm.

Figura 1. Imagen satelital del trabajo de investigación.

3.1.2. Condiciones climáticas

La región tiene un clima cálido y húmedo con lluvias en casi todas las estaciones, excepto en breves períodos secos. La precipitación anual es de 3,300 mm y está ubicada en la formación ecológica de Bosque muy húmedo Subtropical (bmh-ST), según Holdridge (2000).

n la Tabla 2 se puede apreciar que la temperatura media mensual durante el período del experimento fue de 25,44 °C, un valor que se encuentra dentro del rango óptimo para el desarrollo del C. annuum. La humedad relativa experimentó variaciones ligeras a pesar de los cambios en la precipitación durante el ciclo vegetativo del cultivo, que totalizó 239,51

mm. El mes de febrero fue el más lluvioso, con 404,90 mm. Las horas de sol aumentaron desde la siembra en febrero hasta la cosecha, lo cual influyó positivamente en el rendimiento de cada tratamiento.

Tabla 2. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento, Febrero - Agosto del 2014.

Año	Mes	T ° Máxima (°C)	T ° Mínima (°C)	T ° Media (°C)	HR (%)	pp (mm)	Horas Sol
2014	Febrero	30,30	21,10	25,70	85,00	404,90	103,30
2014	Marzo	31,70	21,50	26,60	85,00	343,90	127,70
2014	Abril	30,10	20,50	25,30	84,00	280,60	123,40
2014	Mayo	29,90	20,60	25,20	85,00	296,20	151,00
2014	Junio	30,20	20,10	25,10	84,00	127,10	187,70
2014	Julio	30,10	19,70	24,80	84,00	173,10	192,30
2014	Agosto	30,10	19,80	25,40	83,00	50,80	217,00
Total		212,40	143,30	178,10	590,00	1676,60	1102,40
Promedio		30,34	20,47	25,44	84,29	239,51	157,49

FUENTE: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María (2014).

3.1.3. Análisis químico del sustrato

El área donde se llevó a cabo este estudio tiene una topografía plana y se formó por procesos aluviales. Según el análisis del sustrato realizado en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María, los resultados mostrados en la Tabla 3 indican que el contenido de materia orgánica es alto, alcanzando un 22 %. La concentración de nitrógeno fue baja, mientras que la de fósforo y potasio fue ligeramente baja. Además, los niveles de calcio y magnesio también fueron bajos.

Tabla 3. Resultados del análisis químico del sustrato experimental.

Parámetro	Unidad	Valor
Cenizas en base seca	%	77
Materia orgánica en base Seca	%	23
Materia seca	%	97
Humedad	%	3
Materia orgánica en base húmeda	%	22
Cenizas en base húmeda	%	75
Macro y microelementos		
N (base húmeda)	%	0,83
N (base seca)	%	0,86
P2O5	%	2,66
Ca	%	6
Mg	%	0,5
K	%	0,3
Na	%	0,1
Cu	ppm	37
Fe	ppm	10730
Zn	ppm	233
Mn	ppm	934

FUENTE: Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María (2014).

3.1.4. Antecedentes del campo experimental

El experimento se realizó en un terreno, donde a partir del año 2008 se viene realizando instalaciones de los cultivos de tomate, pepinillo, sandía, ajíes y plantas ornamentales bajo el sistema de fertirriego.

3.2. Material y métodos

3.2.1. Material biológico

- Semillas de *C. annuum* variedad Yolo Wonder (100 g)

3.2.2. Fertilizantes

- Nitrato de calcio (Ca(NO3)2,4H20) : 824,63 g/1000 L
- Nitrato de potasio (KNO3) : 339,68 g/1000 L
- Fosfato monopotásico (KH2PO4.H20) : 191,64 g/1000 L
- Sulfato de magnesio (MgSO4,7H20) : 538 g/1000 L
- Ácido fosfórico (H3PO4, 85%) : 538 m1/1000 L
- Nitrato de amonio (NH4NO3.H20) : 193,14 g/1000 L
- Urea (NH2,00 NH2, 46%) : 59,16 g/1000 L
- Microelementos (Fetrilón combi) : 10 g/1000 L

3.2.3. Materiales

- Malla Raschel de color verde de 30 % y 50 % de sombra.
- Bolsas de polietileno de 12 x 17 pulgadas.
- Bandejas almacigueras de plástico color negro de 28 x 54 cm con 200 cavidades que miden 2 x 2 cm x 5 cm de profundidad.
- Tanque de 1000 L, baldes de 20 L y jarras de 3,5 L.

- Vernier mecánico para la evaluación del diámetro tallo, diámetro polar y ecuatorial del fruto.
- Regla de 1,5 m para el registro de la altura de planta.
- Wincha de 30 m para la demarcación de la parcela experimental y sus respectivas distribuciones.
- Balanza digital para la evaluación de peso de fruto.

3.2.4. Equipos

- GPS para ubicar las coordenadas geográficas el lugar donde se realizó la investigación.
- Cámara fotográfica empleada en la captura de imágenes de las labores realizadas durante la investigación.
- Peachimetro para el control del pH del agua.
- Mochilas de fumigar de 20 L.

3.3. Componentes en estudio

3.3.1. Diseño experimental

El diseño experimental empleado para el análisis estadístico de los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación fue Parcelas divididas en bloques completamente al azar, con 3 repeticiones (DPD); asignando en las parcelas a los distanciamientos de siembra (A) y en las sub parcelas los porcentajes de sombra (B).

3.3.2. Modelo aditivo lineal

$$y_{ijk} = \mu + B_i + D_j + Eij_{(a)} + S_k + (DS)_{ik} + E_{ijk\,(b)}$$

Dónde:

y_{ijk} = Respuesta obtenida en la K - ésima repetición, sujeta al i - ésimo distanciamiento de siembra (parcelas) con el j - ésimo porcentaje de sombra (sub parcelas).

μ = Media general.

B_i = Efecto del i - ésimo bloque.

D_j = Efecto del j - ésimo distanciamiento de siembra del *C. annuum* aplicado a nivel de parcela.

$Eij_{(a)}$ = Error experimental a nivel de parcelas.

S_k = Efecto del k - ésimo porcentaje de sombra aplicado a nivel de sub parcelas.

$(DS)_{ik}$ = Efecto de la interacción entre el j - ésimo distanciamiento de siembra con el k - ésimo porcentaje de sombra.

$E_{ijk\ (b)}$ = Error experimental a nivel de subparcelas.

Para:

i = 1, 2, 3 repeticiones o bloques.

j = 1, 2, 3 distanciamientos de siembra.

K = 1, 2 porcentajes de sombra.

3.3.3. Esquema de análisis de variancia (ANVA)

Tabla 4. Esquema de análisis de variancia.

Fuente de variabilidad	**G.L.**
Bloque	2
A	2
E (a)	4
Sub parcela	
B	1
A x B	2
E (b)	6
Total	17

A = Distanciamiento de siembra (parcelas), B = Porcentajes de sombra (Sub parcelas), E = Error experimental.

3.3.4. Factores en estudio

Factor A : Distanciamiento de siembra

- a_1: (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta)
- a_2: (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 2 plantas/maceta)
- a_3: (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 3 plantas/maceta)

Factor B : Porcentaje de sombra

- b_1 : 50 % sombra
- b_2 : 30 % sombra

3.3.5. Tratamientos en estudio

Los tratamientos fueron originados por las combinaciones del factor A (Distanciamiento de siembra) y el factor B (Porcentaje de sombra).

Tabla 5. Descripción de los tratamientos en estudio.

Clave	Tratamiento	Descripción
T_1	a_1b_1	0,5m x 0,5m x 1,0m a 1 planta/golpe, con 50 % sombra
T_2	a_2b_1	0,5m x 0,5m x 1,0m a 2 plantas/golpe, con 50 % sombra
T_3	a_3b_1	0,5m x 0,5m x 1,0m a 3 plantas/golpe, con 50 % sombra
T_4	a_1b_2	0,5m x 0,5m x 1,0m a 1 planta/golpe, con 30 % sombra
T_5	a_2b_2	0,5m x 0,5m x 1,0m a 2 plantas/golpe, con 30 % sombra
T_6	a_3b_2	0,5m x 0,5m x 1,0m a 3 plantas/golpe, con 30 % sombra

3.4. Características del campo experimental

- **Bloques**

Número de bloque : 3 bloques

Largo de bloque : 20,00 m

Ancho de bloque : 3,00 m

Área del bloque : 60,00 m^2

Calle entre bloques : 1,00 m

Número de calles : 6 calles

- **Parcelas**

Número de parcelas por bloque : 2 parcelas

Número total de parcelas : 6 parcelas

Largo de cada parcela : 9,00 m

Ancho de parcelas : 3,00 m

Área de cada parcela : 27,00 m^2

Ancho de calle entre parcelas : 1,00 m

- **Sub parcelas**

Número de sub parcelas por parcela : 3

Número de sub parcelas por bloque : 6

Número total de sub parcelas : 18

Largo de sub parcelas : 3,00 m

Ancho de sub parcelas : 3,00 m

Área de sub parcela : 9,00 m^2

Área de sub parcela neta : 3,00 m^2

- **Hilera y golpes**

Distancia entre plantas (mellizos)	:	0,50 m
Distancia entre hileras	:	0,50 m
Distancia entre doble hilera	:	1,00 m
Número de plantas/ sub parcela	:	24 plantas
		48 plantas
		72 plantas
Número de plantas/ parcela	:	144 plantas
Número de plantas/ bloque	:	288 plantas
Número de plantas totales	:	864 plantas

- **Dimensiones del campo experimental**

Largo	:	20,00 m
Ancho	:	9,00 m
Área total	:	180,00 m^2

3.5. Ejecución del experimento

3.5.1. Preparación del almácigo

Previo al almacigado se realizaron coordinaciones con la empresa HORTUS, con la finalidad de obtener buenas semillas. Luego se procedió a la preparación del sustrato, que consistió en mezclar 6 kg de compost y 3 kg de humus de lombriz producido en la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Las semillas fueron tratadas con el fungicida Benomil (Benlate) PM al 50 % utilizando una dosis de 50 g/kg de semilla. La siembra del *C. annuum* se realizó el día 26 de febrero del 2014, utilizando 2 bandejas almacigueras de plástico color negro de 200 cavidades, instalando una semilla por cada cavidad, colocadas a 0,5 cm de profundidad y cubiertas con el mismo sustrato, las mismas que fueron cuidadas adecuada y oportunamente hasta que hayan podido desarrollar sus primeros pares de hojas, para poder realizar el transplante a los cartuchos. Se obtuvo un 95 % de germinación de las semillas durante los primeros 15 días.

3.5.2. Transplante a cartuchos

El transplante a cartuchos se realizó el 29 de marzo del 2014, utilizando cartuchos de papel periódico con una capacidad aproximada de 80 cm^3. Se utilizó compost como sustrato para facilitar la eliminación del exceso de humedad y para el mejor desarrollo vegetativo de las plántulas; manteniéndolas en los cartuchos hasta que las plántulas tengan entre 15 a 20 cm de altura. Además se construyó el tinglado de 3 m de largo, 2 m de ancho y 2 m de alto a base de bambú, utilizando como techo malla Raschel color azul de 95 % de sombra, para brindar a las plantas de *C. annuum* protección contra la radiación solar y las precipitaciones durante la fase inicial del cultivo. Se realizó el riego de las plántulas de *C. annuum* con solución nutritiva, para asegurar el buen crecimiento y desarrollo en la etapa inicial del cultivo, mantener a capacidad de campo y dar humedad suficiente para el buen crecimiento. El riego se realizó con una jarra medidora aplicando 100 ml para cada planta y se utilizó un tanque de una capacidad de 1000 L para la preparación de la solución nutritiva.

Se realizó la aplicación del producto químico "Para chupadera" 740 PM cuyo ingrediente activo es Flutolanil + Captan para prevenir enfermedades fungosas, utilizado a una dosis de 25 g por mochila de 20 litros. Y para el control de insectos como el *Spodoptera sp.* (Gusano defoliador) y el *Gyllus campestris* (Gillo) se realizó la aplicación del producto químico "Tifón" 2,5 % PS cuyo ingrediente activo es Chlorpyrifos, a una dosis de 5 g por mochila de 20 litros.

3.5.3. Preparación del sustrato

Se realizó la preparación del compost con 40 días de anticipación, para el cual se colocó una capa de aserrín y hojarasca de un espesor aproximado de 5 cm, se agregó residuos orgánicos (restos de cocina, tallo de plátano picado y estiércol de cuy) entre 10 a 15

cm, se añadió 4 L de microorganismos eficientes y se incrementó las capas en las mismas proporciones, cada 4 días se realizó el volteo para su aireación. Posteriormente se trabajó a una proporción de 3:2, utilizando 32 sacos de 50 kg de aserrín descompuesto y 21 sacos de 50 kg de compost. Luego se realizó el muestreo de sustrato, obteniendo 12 sub muestras. las que se mezcló en una sola y se dejó a secar bajo sombra, para finalmente tomar 1 kg, y se envió al laboratorio de suelos de la facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su respectivo análisis.

3.5.4. Delimitación y limpieza del área experimental

El área experimental se delimitó de acuerdo al croquis estructurado, dos semanas antes del transplante, la limpieza se realizó con machete y lampa, además se realizó la aplicación de un herbicida sistémico (Glifosato) a una dosis de 100 ml por mochila de 20 L. las parcelas a su vez estuvieron diferenciadas con letreros en cuya superficie se encuentra descrito cada tratamiento.

3.5.5. Instalación de sombra

Para la instalación de sombra se utilizó 150 m^2 de malla Raschel de color verde de 30 % de sombra, 150 m^2 de malla Raschel de color verde de 50 % de sombra y estacas de 3 a 4 metros de largo, instalada a 2,5 m de altura. La sombra se instaló de acuerdo al croquis estructurado.

3.5.6. Llenado de bolsas

Se realizó el llenado de sustrato con ayuda de una pala, se llenó hasta la mitad y se dio golpes al piso para que no queden bolsas con aire. Se utilizó bolsas de polietileno de 12 x 17 pulgadas, haciendo perforaciones en la base para facilitar el escurrimiento del agua. Las bolsas tuvieron una capacidad de 10 kg y fueron ubicadas según el sistema de siembra de surcos mellizos a 0,5 m entre planta (a); 0,5 m entre planta (b) y 1,0 m entre calle.

3.5.7. Transplante a las bolsas

Esta labor se realizó el 12 de abril del 2014, cuando las plántulas tenían 45 días de edad y 20 cm altura con 4 a 5 pares de hojas. Para el transplante se remojó los cartuchos en agua para sacar el papel periódico con facilidad, con ayuda de un tacarpo de 15 cm de

diámetro se realizó un hoyo, se colocaron las plantas en las bolsas a 1, 2 y 3 plantas por golpe según los tratamientos en estudio, luego se cubrió con sustrato y se presionó para que las plantas queden seguras; esta labor se realizó por la tarde y al finalizar se realizó el riego a todas las plantas.

3.5.8. Recalce

El recalce se realizó a los 10 días de la labor del transplante, sustituyendo las plantas que no habían prendido inicialmente por, daños de transporte, ataque de plagas, etc.

3.5.9. Tutorado

El tutorado se realizó mediante el sistema de colgado, utilizando rafia de color negro y sujetando verticalmente al tallo principal de cada planta, desde la parte media de esta. Esta labor se realizó el 17 de Mayo del 2014 con el objetivo de sostener el peso de cada planta de *C. annuum* y evitar así volcadas por efecto del propio peso y/o de vientos.

3.5.10. Deshierbo

Durante la ejecución del experimento se realizó un total de 5 deshierbos con una frecuencia de 20 días entre cada uno de ellos, los cuales consistieron en eliminar malezas de las bolsas, entre bolsas y las calles, los deshierbos fueron manuales, las malezas predominantes fueron *Urtica parvifloray* L (Ishanga), *Portulaca oleracea* L. (Verdolaga) *Euphorbia heterophylla* L. (Lecherita) y *Commelina rufipes* L. (Comelina).

3.5.11. Aporque

Esta labor se realizó a los 30 días ddt, y consistió en echar 2 kg de sustrato en cada bolsa hasta cubrir la altura del cuello de planta, con la finalidad de otorgar mayor estabilidad a las plantas.

3.5.12. Control fitosanitario

Esta labor se realizó con la finalidad de prevenir daños de plagas y enfermedades a las plantas de *C. annuum*. Para problemas de *Botrytis cinerea* y *Fusarium sp*. se realizó la aplicación de fungicidas preventivos como Carbendazim 50, Nufarm al 3 % cuyo

ingediente activo es Carbendazim; También se aplicó mensualmente el fungicida curativo Antracol® 70 % WP al 4 % cuyo ingrediente activo es Propineb al 4 %.

A nivel del experimento en la fase intermedia se presentó ataques de *Polyphagotarsonemus latus* (Acaro) causando daños en hojas y obligando la aplicación de Abamectina 1,8 Nuefarm cuyo ingediente activo es Abamectina.

3.5.13. Fertirriego

El fertirriego se realizó desde el transplante, utilizando un tanque con una capacidad de 1 000 L para la solución nutritiva. Se utilizó agua de pozo subterráneo y fertilizantes hidrosolubles. La aplicación del fertirriego a partir del cuajado de frutos fue de la siguiente manera:

a. 3 riegos con 250 ml de solución 1 planta/maceta/día

b. 3 riegos con 375 ml de solución 2 plantas/ maceta/día

c. 3 riegos con 500 ml de solución 3 plantas/ maceta/día

3.5.14. Cosecha

Se realizó a los 91 ddt, cuando los frutos presentaron las características típicas de maduración fisiológica y tomando en consideración el peso y tamaño comercial. Se realizó un total de 6 cosechas, siendo la quinta cosecha la más abundante; las cosechas se realizaron con tijeras, ejecutando el corte del pedúnculo lo más cerca posible al fruto, luego se hizo la recolecta de los frutos en baldes.

3.6. Características registradas

3.6.1. Características vegetativas

Porcentaje de germinación de semilla: Se obtuvo un 95 % de germinación en las semillas almacigadas del *C. annuum*.

Porcentaje de prendimiento: Se evaluó a los 8 ddt, y se obtuvo 98 % de prendimiento.

Altura de planta: Este carácter se evaluó 15 días antes de la última cosecha utilizando una wincha de 3 m, tomándose 3 plantas al azar de cada sub parcela neta, las mediciones se realizaron desde el cuello de planta hasta la yema terminal más alta.

Diámetro de tallo: Se realizó conjuntamente con la medición de la altura de planta utilizando un vernier digital, tomándose 3 plantas al azar de cada sub parcela neta, se registró el diámetro de tallo a 5 cm sobre el nivel del suelo.

Número de hojas por planta: Esta evaluación se realizó 15 días antes de la última cosecha contando el total de hojas de la planta, seleccionando 3 plantas al azar de cada área neta.

Área foliar: La evaluación se realizó después de la última cosecha, tomándose 3 plantas al azar de cada sub parcela. La evaluación se registró mediante el método del sacabocado, con un diámetro de 9 mm.

Se tomaron las hojas representativas de cada planta a evaluar, se sacó 100 discos de lámina foliar y se le secó a la estufa. Luego se tomó todas las hojas de la planta y se secó como los 100 discos. Se realizó el cálculo del área foliar total de los 100 discos y se determinó su peso seco, así como el peso seco de todas las hojas. A través de una regla de tres simple entre el peso seco de los 100 discos y el peso seco de todas las hojas, se obtuvo el área foliar de la planta, expresada en decímetros cuadrados (dm^2).

3.6.2. Características Productivas

Días a la floración: La floración inició a los 62 días ddt (13 de Junio del 2014), tiempo en la que el 50 % de las plantas presentaron flores.

Días a la cosecha: La primera cosecha se realizó a los 91 ddt (12 de Julio del 2014), cuando se observó una madurez fisiológica de los frutos de *C. annuum*.

Número de frutos/ hectárea: Se hizo el conteo total del número de frutos cosechados por bolsa, para estimar el número total de frutos por hectárea en las 6 cosechas realizadas.

Diámetro polar de fruto (cm): Para esta evaluación se tomó 6 frutos al azar de cada sub parcela neta y se realizó en cada cosecha. La medición se realizó utilizando un vernier mecánico, evaluando la parte media del fruto, este trabajo se realizó en gabinete después de las cosechas.

Diámetro ecuatorial de fruto (cm): Para esta evaluación se tomó 6 frutos al azar de cada sub parcela neta y se realizó en cada cosecha. La medición se realizó utilizando un vernier mecánico, evaluando la parte ancha del fruto, este trabajo se realizó en gabinete después de las cosechas.

Grosor de pericarpio (mm): Esta evaluación se realizó en la última cosecha, tomándose 6 frutos al azar de cada sub parcela neta. La medición se realizó utilizando un vernier mecánico, cortando los frutos por la mitad y evaluando la parte media del fruto, este trabajo se realizó en gabinete después de las cosechas.

Peso de fruto (g): Para esta evaluación se tomó 6 frutos al azar de cada sub parcela neta y se realizó en cada cosecha. La medición se realizó utilizando una balanza digital, este trabajo se realizó en gabinete después de las cosechas.

Rendimiento (t/ha): Para esta evaluación se determinó el peso total de los frutos del *C. annuum* por bolsa, para estimar el rendimiento en toneladas de fruto fresco por hectárea.

3.6.3. Análisis económico

Se calculó la rentabilidad de cada tratamiento restando el valor de la cosecha al costo total de producción en nuevos soles. Esto se hizo para llevar a cabo un análisis de beneficio/costo (B/C) en la producción y comercialización del fruto fresco del C. annuum. La tasa de ganancia de la inversión realizada en cada tratamiento se obtuvo a partir del índice de rentabilidad, calculado como la relación entre la renta neta y el costo de producción.

Beneficio neto = Ingreso bruto - Costo de producción

Ingreso bruto = Rendimiento (kg) x Precio(S/x kg)

Relación B/C = Ingreso bruto/Costo de producción

Donde:

B/C = Beneficio/ Costo

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características vegetativas del *C. Annuum* por efecto del distanciamiento de siembra y la sombra.

4.1.1. Efecto principal

En la Tabla 6 se puede advertir el análisis de variancia para la altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/ planta y área foliar del *C. annuum*, donde se muestra que no existe diferencias estadísticas significativas para bloques. Existe diferencia estadística significativa para el factor A (distanciamiento de siembra) en las características vegetativas evaluadas, la cual indica que al menos uno de los distanciamientos de siembra favoreció en el desarrollo vegetativo de las plantas, también podemos apreciar que existe diferencia estadística para el factor B (sombra) en altura de planta y diámetro de tallo la cual indica que al menos uno de los porcentajes de sombra favoreció en mayor medida sobre el crecimiento de la altura de planta y el diámetro de tallo. Igualmente se puede observar que existe diferencia estadística significativa para la interacción de los factores A x B en altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas/ planta, además podemos apreciar que el coeficiente de variabilidad es de 1,76; 2,51; 6,93 y 17,57 % respectivamente, indicándonos con esto que hubo buena homogeneidad en los resultados experimentales por lo tanto los resultados son confiables.

Tabla 6. Resumen del análisis de variancia para la altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/ planta y área foliar del *C. Annuum,* por efecto de los distanciamientos de siembra y la sombra.

F. de variación	GL	Cuadrados medios			
		Altura de planta	Diámetro de tallo	Número de hojas/ planta	Área foliar
Bloque	2	6,32 NS	0,06 NS	215,48 NS	220,99 NS
Distanciamiento (A)	2	468,35 AS	38,65 AS	2 745,41 S	636,39 AS
Error a	4	2,82	0,18	313,22	32,48
Sombra (B)	1	992,60 AS	2,67 S	45,65 NS	797,21 NS
Distanciamiento x Sombra (AxB)	2	91,04 AS	1,09 S	2 061,78 AS	1,07 NS
Error b	6	2,67	0,21	166,27	174,6
Total	17				
C.V.		1,76 %	2,51 %	6,93 %	17,57 %

N.S. = No existe significación estadística.

S. = Significativo.

A.S. = Altamente significativo.

En la Tabla 7 se puede ver la prueba de Tukey (a = 0,05) para la altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/ planta y área foliar del *C. annuum* por efecto de los distanciamientos de siembra, donde se observa que existe superioridad estadística, siendo el distanciamiento a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta) con 103,17 cm, 20,56 mm y 238,89 hojas el que obtuvo mayor altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas/ planta respectivamente, en comparación con los demás distanciamientos de siembra. También podemos observar que para el área foliar, entre los distanciamientos a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta) y a_2 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 2 plantas/maceta) no existe diferencia estadística pero si difieren con el distanciamiento a_3 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 3 plantas/maceta).

Tabla 7. Resumen de la prueba de Tukey (a = 0,05) para la altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/ planta y área foliar del *C. Annuum*, por efecto de los tres distanciamientos de siembra.

Distanciamiento	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Número de hojas/ planta (unidad)	Área Foliar
a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m con 1 planta/maceta)	103,17 a	20,56 a	238,89 a	71,93 a
a_2 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m 2 plantas/maceta)	93,11 b	17,23 b	196,28 b	62,04 a b
a_3 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m 3 plantas/maceta)	85,56 c	15,57 c	214,28 b	51,34 b

Tratamientos unidos por la misma letra en columnas indica que no existe significación estadística.

En la Tabla 8 se puede ver la prueba de Tukey (a = 0,05) para la altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/ planta y área foliar del *C. annuum* por efecto de los porcentajes de sombra, donde se observa que, existe superioridad estadística para la altura de planta, siendo el porcentaje de sombra de 50 % el que obtuvo mayor altura de planta con 101,37 cm, en comparación con el porcentaje de sombra de 30 %. También se observa que existe superioridad estadística para el diámetro de tallo, siendo el porcentaje de sombra de 30 % el que obtuvo mayor diámetro de tallo con 18,17 mm, en comparación con el porcentaje de sombra de 50 %. Asimismo podemos ver que no existe diferencia estadísticas significativas para el número de hojas/ planta y el área foliar.

Tabla 8. Resumen de la prueba de Tukey (a=0,05) para la altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/ planta y área foliar del *C. Annuum*, por efecto de los dos porcentajes de sombra.

Sombra	Altura de planta (cm)	Diámetro De tallo (mm)	Número de hojas/ planta (unidad)	Área Foliar
50 %	101,37 a	17,40 b	218,07 a	68,43 a
30 %	86,52 b	18,17 a	214,89 a	55,12 a

Tratamientos unidos por la misma letra en columnas muestra que no existe significación estadística.

La mayor altura de planta del *C. annuum* se encontró con el distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta), posiblemente fue debido a que en este distanciamiento de siembra se tenía menor número de plantas por bolsa, en comparación con los demás, causando una competencia por espacio y nutrientes en cada bolsa. El *C. annuum* se caracteriza por su crecimiento dicotómico, con la formación de frutos en los puntos de ramificación. La competencia por nutrientes en estos puntos suele provocar un desequilibrio entre el crecimiento de la parte vegetativa y la reproductiva, lo que afecta negativamente el desarrollo de las plantas (Viloria et al., 2001). No obstante, esta competencia puede ser controlada mediante ajustes en la densidad de plantas (Russo, 2003), por otro lado Díaz et al. (1999) mencionaron que la altura de las plantas resulta ser menor al incrementarse el número de plantas en un determinado área, independientemente de la edad del cultivo, indicando esto un efecto importante de la presión poblacional en el desarrollo de la planta de *C. annuum*.

Para el porcentaje de sombra se encontró que con el porcentaje de sombra de 50 % se obtuvo mayor altura de planta del *C. annuum*, posiblemente debido a que al incrementarse la sombra las plantas compiten por la luz, causando así el fenómeno de etiolación. Las plantas crecen más altas bajo mallas sombra, aumentando realmente la fotosíntesis (DICA, 2012), coincidiendo con Díaz (2009), quien indica que las plantas crecen más altas debajo de la sombra; además Ayala et al. (2015), mencionan que las mallas verde y roja propician mayores incrementos en la altura de las plantas, que según Salisbury y Ross (2000) es una respuesta a la reducción de la luz. Por otro lado Ayala et al. (2011), mencionan que este alargamiento es quizás debido al incremento en la proporción de luz roja lejana (RL) en la radiación transmitida por la malla de color verde; condiciones que promueven dicho efecto fotomorfogénico con la

participación de giberelinas mediante la conversión de formas inactivas a formas activas inducidas por la luz RL y controlada por fitocromos (Hedden y Kamiya, 1997). Según Caldari (2007), existen más de 20 factores fundamentales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, siendo los más significativos la alimentación, la presencia de malas hierbas, las plagas y enfermedades, la temperatura, y la luz o radiación solar.

Para el diámetro de tallo del *C. annuum*, se halló mejores resultados con el distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta), posiblemente fue debido a que en este distanciamiento de siembra se tenía menor número de plantas por bolsa, en comparación con los demás, causando una competencia por espacio y nutrientes en cada bolsa, estando de acuerdo con lo mencionado por Díaz (1999), el desarrollo de las plantas es afectada al incrementarse el número de plantas en un determinado área, indicando esto un efecto importante de la presión poblacional en el desarrollo de la planta de *C. annuum*.

Para el porcentaje de sombra se obtuvo el mayor diámetro de tallo del *C. annuum* con el 30 % de sombra, posiblemente fue debido a que bajo esas condiciones las plantas aumentan su capacidad fotosintética, estando de acuerdo con Díaz (2007), quien señala que el *C. annuum* bajo sombra de cobertizos de malla que crea un 30 % de sombra, aumenta realmente la fotosíntesis. Caldari (2007) destaca que existen más de 20 factores clave que influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas, entre los cuales los más relevantes son la nutrición, el control de malas hierbas, la prevención de plagas y enfermedades, la temperatura, y la disponibilidad de luz solar. Por otro lado Hershey (1995), menciona que la luz verde juega un papel importante, debido a la estructura compleja de las hojas, la luz se retiene en ellas, reflejando de manera continua fotones no absorbidos del espectro verde. Esta interacción de los fotones verdes con las moléculas de clorofila aumenta la cantidad de luz absorbida.

.El mayor número de hojas/ planta del *C. annuum* se logó con el distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta) posiblemente fue causado por la competencia de las plantas por espacio y nutrientes. El número de hojas de las plantas es afectada al incrementarse el número de plantas en un determinado área, independientemente de la edad del cultivo (Díaz, 1999), corroborado también por Willey (1994), mencionando que las plantas responden a las altas densidades de varias formas, entre ellas la reducción del número de hojas.

Para el porcentaje de sombra, no hubo diferencias estadísticas en el número de hojas/ planta de *C. annuum* tal como se muestra en los análisis de variancia, pero si una diferencia numérica siendo el porcentaje de sombra de 50 % el que alcanzó un mayor número de hojas (218,07 hojas), debido posiblemente a que las plantas de *C. annuum* son bastante limitadas a la intensidad luminosa (FAO, 1999), las plantas de *C. annuum* tienen más hojas bajo sombra que las plantas instaladas sin sombra (Díaz, 2009).

El mayor área foliar del *C. annuum* se encontró con el distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta), posiblemente fue debido a la competencia de las plantas por espacio y nutrientes. El desarrollo de la planta es afectada al incrementarse el número de plantas en un determinado área, independientemente de la edad del cultivo (Díaz, 1999).

Para el porcentaje de sombra, no hubo diferencias estadísticas en el área foliar del *C. annuum* tal como se muestra en los análisis de variancia, pero si una diferencia numérica siendo el porcentaje de sombra de 50 % el que alcanzó un mayor área foliar (68,43), debido principalmente a que las plantas de *C. annuum* son bastante limitadas a la intensidad luminosa y sus hojas alcanzan el máximo de actividad fotosintética (FAO, 1999). Además Ayala et al. (2015), mencionan que las mallas verde y roja propician mayores incrementos en el área foliar de las plantas, que según Salisbury y Ross (2000), es una respuesta a la reducción de la luz.

4.1.2. Efecto simple

En la Tabla 9 se puede señalar el análisis de variancia de los efectos simples para la altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas/ planta del *C. annuum*, donde se muestra que existe diferencia estadística significativa para los distanciamientos de siembra, al ser utilizadas bajo los porcentajes de sombra en estudio sobre la altura de planta, se observa también que existe diferencia estadística significativa para el distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta) al ser utilizadas bajo los porcentajes de sombra en estudio sobre el diámetro de tallo.

Del mismo modo se puede ver que para el numero de hojas/ planta existe diferencia estadística significativa para el distanciamiento de siembra a_2 (0,5 m x 0,5 m x 1,0

m a 2 plantas/maceta) y a_3 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 3 plantas/maceta) al ser utilizada bajo los porcentajes de sombra en estudio.

Se puede observar que existe diferencias estadísticas significativas para los porcentajes de sombra b_1 (50 %) y b_2 (30 %) al ser utilizadas bajo los distanciamientos de siembra en estudio sobre la altura de planta, diámetro de tallo y el número de hojas/ planta.

Tabla 9. Resumen del análisis de variancia para la altura de planta, diámetro de tallo y el número de hojas/ planta del *C. Annuum*, por efectos simples de los distanciamientos de siembra y la sombra.

F. de variación	GL	Cuadrados medios		
		Altura de planta	Diámetro de tallo	Número de hojas/ planta
a_1 en B	1	840,17 AS	2,67 AS	362,96 NS
a_2 en B	1	216,00 AS	2,12 NS	647,57 AS
a_3 en B	1	118,52 AS	0,07 NS	3 158,69 S
b_1 en A	2	480,24 AS	14,62 AS	2 358,75 S
b2 en A	2	79,16 AS	25,12 AS	2 448,44 S

N.S. = No existe significación estadística.

S. = Significativo.

A.S. = Altamente significativo.

En la Tabla 10 se puede ver la prueba de Tukey (a = 0,05) de los efectos simples para la altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas/ planta del *C. annuum*, donde al someter a los distanciamientos de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta), a_2 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 2 plantas/maceta) y a_3 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 3 plantas/maceta) bajo los porcentajes de sombra en estudio, se observa que:

La altura de planta es superior estadísticamente al utilizar 50 % de sombra en los distanciamientos de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta), a_2 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 2 plantas/maceta) y a_3 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 3 plantas/maceta), obteniendo una media de 115,00 cm; 99,11 cm y 90,00 cm respectivamente. Se observa también que el diámetro de tallo es superior estadísticamente al utilizar 30 % de sombra en el distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta), sin embargo no existe diferencia estadística al utilizar los porcentajes de sombra en los distanciamientos de siembra a_2 (0,5 m x

0,5 m x 1,0 m a 2 plantas/maceta) y a_3 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 3 plantas/maceta). Por otro lado se observa que el número de hojas/ planta es superior estadísticamente al utilizar 30 % de sombra en el distanciamiento de siembra a_2 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 2 plantas/maceta) con 206,67 hojas/ planta, y de igual manera al utilizar 50 % de sombra en el distanciamiento de siembra a_3 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 3 plantas/maceta) con 237,22 hojas/ planta, sin embargo no existe diferencia estadística al utilizar los porcentajes de sombra en el distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta).

Tabla 10. Efecto simple para la altura de planta, diámetro de tallo y el número de hojas/ planta del *C. Annuum*, usando dos porcentajes de sombra.

Sombra	Altura de planta (cm)			Diámetro de tallo (mm)			Número de hojas/ planta (unidad)		
	a_1 en B	**a_2 en B**	**a_3 en B**	**a_1 en B**	**a_2 en B**	**a_3 en B**	**a_1 en B**	**a_2 en B**	**a_3 en B**
50 %	115,00 a	99,11 a	90,00 a	19,89 b	16,63 a	15,68 a	231,11 a	185,89 b	237,22 a
30 %	91,33 b	87,11 b	81,11 b	21,22 a	17,82 a	15,47 a	246,67 a	206,67 a	191,33 b

Tratamientos unidos por la misma letra en columnas indica que no existe significación estadística.

En la Tabla 11 se puede ver la prueba de Tukey (a = 0,05) de los efectos simples para la altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas/ planta del *C. annuum*, donde al someter a los porcentajes de sombra b_1 (50 %) y b_2 (30 %) con los distanciamientos de siembra en estudio, se observa que:

La altura de planta es superior estadísticamente al utilizar el distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta) en los porcentajes de sombra b_1 (50 %) y b_2 (30 %) con 115,00 cm y 91,33 cm respectivamente. El diámetro de tallo es superior estadísticamente al utilizar el distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta) en los porcentajes de sombra b_1 (50 %) y b_2 (30 %) con 19,89 mm y 21,22 mm respectivamente. El número de hojas/ planta es superior estadísticamente al utilizar el distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta) y a_3 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 3 plantas/maceta) en el porcentaje de sombra b_1 (50 %) con 231,11 hojas y 237,22 hojas respectivamente; de igual manera al utilizar el distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta) en el porcentaje de sombra b_2 (30 %) con 246,67 hojas/ planta.

Tabla 11. Efecto simple para la altura de planta, diámetro de tallo y el número de hojas/ planta del *C. Annuum*, usando tres distanciamientos de siembra.

Distanciamientos de siembra	**Altura de planta (cm)**		**Diámetro de tallo (mm)**		**Número de hojas/ planta (unidad)**	
	b1 en A	b2 en A	b1 en A	b2 en A	b1 en A	b2 en A
0,5m x 0,5m x 1,0m con 1 planta/maceta	115,00 a	91,33 a	19,89 a	21,22 a	231,11 a	246,67 a
0,5m x 0,5m x 1,0m con 2 plantas/maceta	99,11 b	87,11 b	16,63 b	17,82 b	185,89 b	206,67 b
0,5m x 0,5m x 1,0m con 3 plantas/maceta	90,00 c	81,11 c	15,68 b	15,47 c	237,22 a	191,33 c

Los promedios en columna unidos por igual letra no difieren estadísticamente (Tukey a = 0,05).

Al interactuar los distanciamientos de siembra con los porcentajes de sombra se aprecia que los resultados son favorables para la altura al utilizar el 50 % de sombra. La mayor altura de plantas del *C. annuum* se encontró al interactuar el distanciamiento de siembra a1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta) con el porcentaje de sombra de 50 %, esto se debe a que la competencia por nutrientes y por luz favorecen el crecimiento de las plantas de pimentón como lo mencionan Viloria et al. (2001). El cultivo de *C. annuum* presenta un patrón de crecimiento dicotómico, con la producción de frutos en los puntos de ramificación. En estas áreas, la competencia por nutrientes a menudo resulta en un desequilibrio entre el crecimiento de la parte vegetativa y la reproductiva; y DICA (2012), menciona que las plantas crecen más altas bajo sombra. Mientras que al interactuar el distanciamiento de siembra de a3 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 3 plantas/maceta) con el porcentaje de sombra de 30 % se obtuvo una menor altura, esto debido a que las plantas de este tratamiento compiten por nutrientes y espacio, pero tienen más luz, como señala Díaz (1999), la altura de planta resulta ser menor al incrementarse el número de plantas por área independientemente de la edad del cultivo.

La altura de planta resulta ser mayor al interactuar los porcentajes de sombra con el distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta). La mayor altura de las plantas del *C. annuum* se encontró al interactuar el porcentaje de sombra de 50 % con el distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta). Debido a que la competencia por nutrientes y por luz favorecen el crecimiento de las plantas de pimentón como lo mencionan Viloria et al. (2001), el cultivo de C. annuum se caracteriza por su crecimiento dicotómico, con la formación de frutos en los puntos de ramificación. En estas áreas, la competencia por nutrientes a menudo resulta en un desequilibrio entre el crecimiento de la parte vegetativa y la parte reproductiva; y DICA (2012), indica que las plantas crecen más altas bajo sombra. Mientras que al interactuar el porcentaje de sombra de 30 % con distanciamiento de siembra de a_3 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 3 plantas/maceta) se obtuvo una menor altura, esto debido a que en este tratamiento las plantas compiten por espacio y nutrientes, pero tiene más luz. Al respecto Rodríguez (2009), indica que la diferencia de altura de las plantas, el resultado que condiciona de la competencia por luz.

La interacción del distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta) con los porcentajes de sombra refleja resultados favorables para el diámetro de planta, utilizando 30 % de sombra. Mientras que al interactuar los distanciamiento de siembra a_2 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 2 plantas/maceta) y a_3 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 3

plantas/maceta) con los porcentajes de sombra, no existe diferencias estadísticas significativas, posiblemente fue debido a que en el primer distanciamiento las plantas aprovechan mejor los nutrientes, espacio y luz, que los demás distanciamientos, debido a que se encuentran instaladas a 1 planta/bolsa, generando un mejor desarrollo de la planta; corroborando entonces lo mencionado por Díaz (1999), quien señala que el desarrollo de la planta es afectada al incrementarse el número de plantas por hectárea, indicando esto un efecto importante de la presión poblacional en el desarrollo de la planta de *C. annuum*.

El diámetro de tallo del *C. annuum* resulta ser mayor al interactuar los porcentajes de sombra con el distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta). El mayor diámetro de tallo del *C. annuum* se encontró al interactuar el porcentaje de sombra de 30 % con el distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta), posiblemente fue debido a que en este tratamiento las plantas aprovechan mejor los nutrientes, espacio y luz, debido a que se encuentran instaladas a 1 planta/bolsa, generando así un mejor desarrollo de la planta; coincidiendo con Díaz (1999), quien señala que el desarrollo de la planta es afectada al incrementarse el número de plantas por hectárea; además Díaz (2007), señala que el *C. annuum* bajo sombra de 30 % aumenta la fotosíntesis, complementando así el desarrollo de la planta. Mientras que al interactuar el porcentaje de sombra de 30 % con distanciamiento de siembra de a_3 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 3 plantas/maceta) se obtuvo menor diámetro de tallo.

Para el número de hojas/ planta se encontró resultados favorables al interactuar el distanciamiento de siembra a_3 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 3 plantas/maceta) con el porcentaje de sombra de 50 %, y también al interactuar el distanciamiento de siembra a_2 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 2 plantas/maceta) con el porcentaje de sombra de 30 %, quizás porque la rápida sombra proporcionada por el follaje evita una pérdida excesiva de agua por evaporación directa, lo que asegura un uso más eficiente del agua en comparación con poblaciones de plantas con baja densidad. (Salvador et al, 2012). Mientras que al interactuar los distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta) con los porcentajes de sombra, no existe diferencias estadísticas significativas.

El mayor número de hojas/ planta del *C. annuum* se encontró al interactuar el porcentaje de sombra b_1 (50 %) con los distanciamientos de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta) y a_3 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 3 plantas/maceta), del mismo modo al

interactuar el porcentaje de sombra b_2 (30 %) con el distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta), Posiblemente, el sombreado rápido del suelo por el follaje evita una pérdida de agua por evaporación directa, lo que asegura un uso más eficiente del agua en comparación con poblaciones de plantas con baja densidad (Salvador et al, 2012). Además, el incremento en el número de plantas en un área determinada afecta el desarrollo de la planta de C. annuum, independientemente de la edad del cultivo, lo que sugiere un efecto significativo de la presión poblacional en su desarrollo (Díaz, 1999).

4.2. Características productivas del *C. Annuum* por efecto del distanciamiento de siembra y la sombra

4.2.1. Efecto principal

En la Tabla 12 se puede indicar el análisis de variancia para el número de frutos/ha, diámetro polar de fruto, diámetro ecuatorial de fruto, grosor de pericarpio, peso de fruto y el rendimiento del *C. annuum*, donde se muestra que no existe diferencias estadísticas significativas para bloques.

Existe diferencia estadística significativa para el factor A (distanciamiento de siembra) en el número de frutos/ha, diámetro ecuatorial de fruto, grosor de pericarpio, peso de fruto y el rendimiento, lo cual indica que al menos uno de los distanciamientos de siembra favoreció en el desarrollo productivo de las plantas, también podemos apreciar que existe diferencia estadística para el factor B (sombra) en el número de frutos/ha, diámetro polar de fruto y el rendimiento indicando que al menos uno de los porcentajes de sombra favoreció en mayor medida sobre el número de frutos/ha diámetro polar de fruto y el rendimiento.

Igualmente se puede observar que no existe diferencia estadística significativa para la interacción de los factores A x B en las características productivas evaluadas, asimismo podemos apreciar que el coeficiente de variabilidad es de 12,74; 3,35; 2,07; 6,93; 5,36 y 17,14 % respectivamente, indicándonos con esto que hubo buena homogeneidad en los resultados experimentales, por lo tanto los resultados son confiables.

Tabla 12. Resumen del análisis de variancia para el número de frutos/ha, diámetro polar de fruto, diámetro ecuatorial de fruto, grosor de pericarpio, peso de fruto y el rendimiento del *C. Annuum*, por efecto de los distanciamientos de siembra y la sombra.

F. de variación	GL	Cuadrados medios					
		Número de frutos/ha	Diámetro polar de fruto	Diámetro ecuatorial de fruto	Grosor de pericarpio	Peso de fruto	Rendimiento
Bloque	2	1 976 330 459,36 NS	1,93 NS	5,52 NS	0,09 NS	48,30 NS	9,97 NS
Distanciamiento (A)	2	67 647 812 576,08 AS	45,05 NS	24,08 AS	5,64 S	260,76 S	792,76 AS
Error a	4	634 758 253,7	14,27	0,49	1,32	17,16	14,81
Sombra (B)	1	7 077 694 654,60 S	42,41 S	14,76 NS	0,03 NS	33,16 NS	166,41 S
Distanciamiento x Sombra (AxB)	2	2 362 484 056,08 NS	4,54 NS	3,05 NS	0,03 NS	13,87 NS	41,08 NS
Error b	6	1169 914 839,93	6,27	4,18	0,24	45,82	17,29
Total	17						
C V		12,74 %	3,35 %	2,07 %	6,93 %	5,36 %	17,14 %

N.S. = No existe significación estadística, S.= Significativo, A.S.= Altamente significativo.

En la Tabla 13 se puede ver la prueba de Tukey (a = 0,05) para el número de frutos/ha, diámetro polar de fruto, diámetro ecuatorial de fruto, grosor de pericarpio, peso de ruto y el rendimiento del *C. annuum* por efecto de los distanciamientos de siembra, donde se observa que existe superioridad estadística, siendo el distanciamiento a_3 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 3 plantas/maceta) el que obtuvo mayor número de frutos/ha y rendimiento de *C. annuum* con una media de 457 773,33 frutos y 55,81 t/ha respectivamente, en comparación con los demás distanciamientos de siembra.

También podemos observar que el distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta) obtuvo mejor diámetro ecuatorial de fruto y grosor de pericarpio en comparación con los demás distanciamientos de siembra, obteniendo 81,71 mm y 5,63 mm respectivamente.

Además se puede ver que los distanciamientos a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta) y a_2 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 2 plantas/maceta) fueron superiores estadísticamente en diámetro polar de fruto y en peso de fruto, alcanzando una media de 94,69 mm y 91,89 mm en diámetro polar de fruto; 133,94 g y 123,20 g en peso de fruto respectivamente.

Tabla 13. Resumen de la prueba de Tukey (a = 0,05) para el número de frutos/ha, diámetro polar de fruto, diámetro ecuatorial de fruto, grosor de pericarpio, peso de ruto y el rendimiento del *C. Annuum*, por efecto de los tres distanciamientos de siembra.

Distanciamientos de siembra	Número de frutos/ha (unidad)	Diámetro polar de fruto (mm)	Diámetro ecuatorial de fruto (mm)	Grosor de pericarpio (mm)	Peso de fruto (g)	Rendimiento (t/ha)
0,5 m x 0,5 m x 1,0 m con 1 planta/maceta	245 549,42 c	94,69 a	81,71 a	5,63 a	133,94 a	32,83 c
0,5 m x 0,5 m x 1,0 m con 2 plantas/maceta	358 344,43 b	91,89 a b	78,71 b	4,19 b	123,20 a b	44,14 b
0,5 m x 0,5 m x 1,0 m 3 plantas/maceta	457 773,33 a	89,21 b	77,91 b	3,79 b	121,94 b	55,81 a

Tratamientos unidos por la misma letra en columnas indica que no existe significación estadística.

En la Tabla 14 se puede ver la prueba de Tukey (a = 0,05) para el número de frutos/ha, diámetro polar de fruto, diámetro ecuatorial de fruto, grosor de pericarpio, peso de ruto y el rendimiento del *C. annuum* por efecto de los porcentajes sombra, donde se observa que existe superioridad estadística para el número de frutos/ha, diámetro polar de fruto y rendimiento del *C. annuum*, siendo el porcentaje de sombra de 30 % el que mayor número de frutos/ha, diámetro polar de fruto y rendimiento obtuvo con 373 718,46 frutos, 93,46 mm y 47,30 t/ha respectivamente, en comparación con el otro porcentaje de sombra. También podemos observar que no existen diferencias estadísticas significativas para el diámetro ecuatorial de fruto, grosor de pericarpio y el peso de fruto.

Tabla 14. Resumen de la prueba de Tukey (a=0,05) para el número de frutos/ha, diámetro polar de fruto, diámetro ecuatorial de fruto, grosor de pericarpio, peso de ruto y el rendimiento del *C. Annuum*, por efecto de los dos porcentajes de sombra.

Sombra	Número de frutos/ha (unidad)	Diámetro polar de fruto (mm)	Diámetro ecuatorial de fruto (mm)	Grosor de Pericarpio (mm)	Peso de fruto (g)	Rendimiento (t/ha)
30 %	373 718,46 a	93,46 a	78,54 a	4,50 a	127,72 a	47,30 a
50 %	334 059,66 b	90,39 b	80,35 a	4,58 a	125,00 a	41,22 b

Tratamientos unidos por la misma letra en columnas muestra que no existe significación estadística.

El mayor número de frutos/ha del *C. annuum* se encontró con el distanciamiento de siembra a_3 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 3 plantas/maceta) posiblemente fue debido a que en este distanciamiento de siembra se tenía mayor número de plantas por bolsa, en comparación con los demás, causando una mayor producción de frutos por bolsa pero un menor número de frutos por planta. El cultivo de C. annuum presenta un patrón de crecimiento dicotómico, con la formación de frutos en los puntos de ramificación, donde la competencia por nutrientes a menudo resulta en un desequilibrio entre el crecimiento de la parte vegetativa y reproductiva, lo que afecta negativamente el desarrollo de las plantas (Viloria et al., 2001). En condiciones de alta densidad de plantas, se observa una reducción en el número de frutos por planta debido a la mayor competencia por luz, CO2, agua y minerales (Willey, 1994). Este concepto es respaldado por Rodríguez (2013), quien menciona que un mayor espaciamiento entre plantas resulta en un mayor número de frutos por planta.

Para el porcentaje de sombra se encontró que hay mayor número de frutos/ha del C. annuum al utilizar 30 % de sombra, posiblemente debido a la adecuada distribución de plantas en el terreno, ocasionando una buena intercepción de la luz solar sobre el dosel del cultivo. Una mala intercepción de luz solar causaría una disminución en la fotosíntesis, repercutiendo en una baja producción de frutos, coincidiendo con Andrade et al. (2002), Hershey (1995) señala que la luz verde desempeña un papel significativo debido a la estructura compleja de las hojas, las cuales reflejan constantemente fotones no absorbidos del espectro verde. Esta interacción aumenta el contacto de los fotones verdes con las moléculas de clorofila, lo que resulta en una mayor absorción de luz. Además Pacheco (2001), menciona que el C. annuum es una planta que exige un clima cálido o templado, con temperaturas óptimas que oscilan entre 20 y 26 °C y la temperatura mínima para florecer y fructificar es 18 °C, estando en el rango las temperaturas registradas durante la investigación.

El mayor diámetro polar de fruto del C. annuum se obtuvo con el distanciamiento de siembra a1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta), posiblemente fue debido a que en este distanciamiento de siembra se tenía menor número de plantas por bolsa, en comparación con los demás, causando una competencia entre las plantas por luz, agua y minerales. Además al utilizar menor distanciamiento se obtienen frutos más grandes coincidiendo con Rodríguez, (2013). El mayor diámetro polar de fruto del C. annuum se encontró con el porcentaje de sombra de 30 %, posiblemente fue debido a que el pimiento es

una planta exigente en temperatura, influyendo en las dimensiones del fruto, Si las temperaturas son demasiado bajas los frutos son delgados y puntiagudos y si las temperaturas son altas los frutos son gruesos, así FAO (1999), corrobora que los frutos del C. annuum serian de mayor diámetro al tener más temperatura. Además podemos mencionar que la variedad de C. annuum Yolo Wonder, produce frutos de forma cuadrada, de 10 cm de longitud y 10 cm de ancho (Vilarnau s/a).

El mayor diámtro ecuatorial de fruto del *C. annuum* se encontró con el distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta) posiblemente fue debido a que en este distanciamiento de siembra se tenía menor número de plantas por bolsa, en comparación con los demás, causando una competencia entre las plantas por luz, CO2, agua y minerales (Willey, 1994). Además al utilizar menor distanciamiento se obtienen frutos más grande (Rodríguez, 2013). Para el diámetro ecuatorial de fruto del *C. annuum* no hubo diferencia estadística, tal como se muestra en el análisis de variancia, pero si una diferencia numérica siendo el porcentaje de sombra de 50 % el que alcanzó un mayor diámetro ecuatorial de fruto (80,35 mm).

El mayor grosor de pericarpio del *C. annuum* se encontró con el distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta) posiblemente fue debido a que en este distanciamiento de siembra se tenía menor número de plantas por bolsa, en comparación con los demás, causando una competencia entre las plantas por espacio y nutrientes. Rodríguez (2013), indica que al utilizar menor distanciamiento entre planta el rendimiento es superior y se obtienen frutos de mayor peso. El porcentaje de sombra no fue determinante en grosor de pericarpio del *C. annuum*, tal como se muestra en el análisis de variancia, pero si una diferencia numérica siendo el porcentaje de sombra de 50 % el que alcanzó mayor grosor de pericarpio (4,58 mm).

El mayor peso de fruto del *C. annuum* se encontró con el distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta) posiblemente fue debido a que en este distanciamiento de siembra se tenía menor número de plantas por bolsa, en comparación con los demás. Viloria et al., (2001), mencionan que el cultivo de *C. annuum* tiene un crecimiento dicotómico con cuajado de frutos en los puntos de ramificación, donde la competencia por nutrientes suele causar un desbalance entre el crecimiento de la parte vegetativa y la reproductiva; sin embargo, esa competencia puede ser manipulada por cambios en la densidad

de plantas (Russo, 2003), de esa manera podemos corroborar lo mencionado por Reséndiz et al. (2010), el peso de los frutos por planta disminuye significativamente al aumentar la densidad. Para el porcentaje de sombra no hubo diferencia estadística en el peso de fruto del *C. annuum*, tal como se muestra en el análisis de variancia, pero si una diferencia numérica siendo el porcentaje de sombra de 25 % el que alcanzó mayor peso de fruto (127,72 g).

El mayor rendimiento del *C. annuum* se encontró con el distanciamiento de siembra a_3 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 3 plantas/maceta) posiblemente fue debido a que en este distanciamiento de siembra se tenía mayor número de plantas por bolsa, en comparación con los demás, obteniendo así mayor número de plantas por hectárea. El cultivo del ají presenta una respuesta positiva en el rendimiento al incrementarse el número de plantas por hectárea (Ortiz, 2008) coincidiendo con Balarezo (2008), quien menciona que, el rendimiento del *C. annuum* es mayor al incrementarse el número de plantas por hectárea. Por otro lado Seiter et al., (2004), indican que el empleo adecuado del distanciamiento de siembra y la densidad de población de plantas, es una de las estrategias que se tienen para optimizar el uso de los recursos ambientales e incrementar el rendimiento del cultivo.

Para el porcentaje de sombra, el mayor rendimiento del C. annuum se obtuvo con la sombra de 30 %, posiblemente se debió a que al manejar 30 % de sombra existe un aumento de la fotosíntesis como lo menciona Díaz (2007), indicando que la fotosíntesis aumenta al utilizar maya con 30 % de sombra, llegando a aumentar el rendimiento comercial del *C. annuum*: estando de acuerdo con Kitta (2015), quien recomienda usar las mallas con sombreo moderado (25 %) para cultivos hortícolas o frutales. Además Hershey (1995), indica que La luz verde tiene una importancia aún mayor que la luz azul o roja debido a la estructura compleja de las hojas, que reflejan constantemente fotones no absorbidos del espectro verde. Este fenómeno permite que los fotones verdes tengan un amplio contacto con las moléculas de clorofila, lo que resulta en una mayor absorción de luz.

4.3. Análisis económico

En la Tabla 15 se observa el análisis económico para el cultivo de *C. annuum*, siendo el tratamiento T_4 el que presenta mayor índice en la relación beneficio costo con 1,39; lo que nos indica que las utilidades netas logradas bajo este tratamiento resultó ser rentable. Así mismo los tratamientos, T_1, T_2, T_3, T_5 y T_6 obtuvieron buenos índices en la relación beneficio/costo. También se puede observar que el tratamiento T_6, obtuvo mayor ganancia (44 275,37) a un precio de S/ 3,50 el kg de *C. annuum*, el precio promedio a nivel nacional estipulado por el ministerio de agricultura, sin embargo con este tratamiento también se obtiene mayor costo de producción.

Tabla 15. Análisis económico de comercialización de fruto fresco de *C. Annuum*.

Tratamiento	Costo de producción (S/)	Rendimiento kg/ha	Ingreso bruto (S/)	Utilidad S/ha	Relación B/C	Índice de Rentabilidad
T_4	92 080,33	36 460	127 610	35 529,67	**1,39**	**0,39**
T_5	119 870,73	44 320	155 120	35 249,27	1,29	0,29
T_2	119 870,73	43 960	153 860	33 989,27	1,28	0,28
T_6	169 644,63	61 120	213 920	44 275,37	1,26	0,26
T_1	92 080,33	29 190	102 165	10 084,67	1,11	0,11
T_3	169 644,63	50 510	176 785	7 140,37	1,04	0,04

Precio promedio de 1 kg a nivel nacional S/ 3,50

T_1 = 0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/ maceta con 50 % de sombra.

T_2 = 0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 2 plantas/ maceta con 50 % de sombra.

T_3 = 0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 3 plantas/ maceta con 50 % de sombra.

T_4 = 0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/ maceta con 30 % de sombra.

T_5 = 0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 2 plantas/ maceta con 30 % de sombra.

T_6 = 0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 3 plantas/ maceta con 30 % de sombra.

V. CONCLUSIONES

1. El distanciamiento de siembra a_1 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta) obtuvo mayor efecto en la altura de planta (103,17 cm), diámetro de tallo (20,56 mm), número de hojas (238,89), área foliar (71,93), diámetro polar de fruto (94,69 mm), diámetro ecuatorial de fruto (81,71 mm), grosor de pericarpio (5,63 mm) y peso de fruto (133,94 g). Mientras que con el distanciamiento de siembra a_3 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 3 plantas/maceta) se obtuvo mayor número de frutos/ha (457,773) y rendimiento (55,81 t/ha).

2. El porcentaje de sombra de 30 % obtuvo mayor efecto en el diámetro de tallo (18,70 mm), diámetro polar del fruto (93,46 mm), diámetro ecuatorial del fruto (80,35 mm), número de frutos/ha (373,71 frutos) y en el rendimiento (47,30 t/ha). Mientras que el porcentaje de sombra de 50 % dio mejor resultado para altura de planta (101,37 cm).

3. Al interactuar los factores distanciamiento de siembra y porcentaje de sombra, solo tienen efecto sobre las características vegetativas: altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas.

4. De acuerdo al análisis de rentabilidad, el mayor índice de beneficio/costo (B/C), lo obtuvo el tratamiento T_4 (0,5 m x 0,5 m x 1,0 m a 1 planta/maceta con 30 % de sombra) con 1,39. y con un índice de rentabilidad de 0,39.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Ejecutar ensayos en épocas y zonas diferentes, en la que se determine el nivel óptimo de fertilización al establecer al cultivo de *C. annuum* variedad Yolo Wonder con la finalidad de ver sus efectos positivos y/o negativos, para fines de obtener un paquete tecnológico para las condiciones de Tingo María.

2. Considerar en investigaciones posteriores el uso de otros sustratos con la finalidad de determinar sus efectos sobre la producción de *C. annuum* variedad Yolo Wonder.

3. Establecer ensayos en la que se evalúe la respuesta del cultivo de *C. annuum* variedad Yolo Wonder en diferentes métodos de siembra (cuadrado, rectángulo, quinconce y tres bolillos).

VII. REFERENCIAS

AGOSAD. s/a. Pimiento Yolo Wonder: Variedad Yolo Wonder. Quito, Ecuador. AGOSAD, (http://www.agosad.com.ec/index.php/productos/semillas/hortalizas-agosad-eds/pimiento-yolo-wonder-detail, documento).

Alarcón, A. s/a. Fertirrigación del pimiento dulce en invernadero. Pimientos, Compendios de agricultura. p. 45-52.

Andrade, F.; Calviño P.; Cirilo, A. y Barbieri, P. (2002). Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. Agonomy Journal. American Society of Agonomy. Wisconsin, Estados Unidos. 94:975-980.

Ampudia, J.; Vallejo, C. y Lalama, M. (2009). Evaluación de sustratos y bioestimulantes para la producción de pensamientos (Viola sp) en maceta. Rumipamba. Quito, Ecuador. 23 (1): 88.

Arcila, J. (2007). Densidad de siembra y productividad de los cafetales. Sistemas de producción en Colombia Capítulo 6. Centro de Investigaciones del Café. Manizales, Colombia. 309 p.

Ayala T., F.; Zatarain L., D.: Valenzuela L., M.; Partida R., L.; Velázquez A., T.; Díaz V., T. y Osuna S., J. (2011). Crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a radiación solar transmitida por mallas sombra. Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agronomía. Sinaloa, México. Terra Latinoamericana. 29:403-410.

Ayala, F.; Sánchez, R.; Partida, L.: Yáñez, M.; Ruíz, F.; Velázquez, T.; Valenzuela, M. y Parra, J. (2015). Producción de pimiento morrón con mallas sombra de colores. Universidad Autónoma de Sinaloa, Fitotecnia. Sinaloa, México. 38(1):93-99.

Balarezo, 0. (2008) Evaluación de tres variedades de pimiento Capsicum annum L. bajo tres densidades de siembra en la parroquia Río Bonito. Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador. 42 p.

BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA. (2003). Horticultura. Barcelona, España. p. 594-599.

Caldari. J.P. (2007). Manejo de la luz en invernaderos: Los beneficios de la luz de calidad en los cultivos de hortalizas. Simposio internacional de invernaderos. México, México. s.p.

Calzada, J. (1976). Métodos estadísticos para la investigación. 2 ed. Lima, Perú. 494 p.

CHILTOMAS. (2007). Guía Práctica de Exportación de CHILTOMAS a los Estados Unidos, Managua. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Managua, Nicaragua. 11 p.

Diaz, J. (2009). Rendimiento del pimiento mediante la sombra. San Salvador, El Salvador. INNOVACIÓN, (http://innovacion.gob.sv/inventa/index.php?option=com_content&view=article&id=2950:rendimiento-del-pimiento-ediantelasombra&catid=130:agoindustria&Itemid=298, tesis).

Diaz, L.; Viloria, A. y Arteagua, L. (1999). Crecimiento vegetativo del pimentón en función a la densidad de plantas y edad del cultivo. Agronomía Tropical. Maracay, Venezuela 11(2):69-73.

DICA (Dirección de Innovación y Calidad, El Salvador). (2012). Rendimiento del pimiento. Universidad de Georgia. Georgia, Estados Unidos.

FAO (1999). Guía para el manejo eficiente de la nutrición de las plantas. Roma, Italia, FAO. p. 4-5.

FAO (2002). Cultivo de pimiento. Roma, Italia. FAO, (http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/ vlibrary/ae620s/pfrescos/pimiento.htm, documento).

FAO (2014). Producción vegetal del Pimiento (Capsicum sp.). Roma, Italia. FAO, (http://www.fao.org/docrep/005/s8630s/s8630s08.htm, documento.

FASAGUA (Federación de Asociaciones Agícolas de Guatemala). (2007). Manual técnico de cultivo a campo abierto. Guatemala, Guatemala. (Revista nro. 15). 19 p.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. (1998). El cultivo de pimiento dulce. Manizales, Colombia. p. 12-20.

Gámez, M. s.d. El efecto de la luz en las plantas. Universidad privada en Caracas, Venezuela. PLANTSNSHRIMPS, (http://www.Plantsnshrimps.com/plantas/el-efecto-de-la-luz-en-las plantas, artículo).

García, M. (2006). Sustratos para la producción de plantines hortícolas. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay. 6 p. TESIS, (http://www.tesisdeSustratos%20 orgánicos/020horticultura.pdf, artículo).

Haiquim, H. (1998). La fertilización de los cultivos hortícolas con acolchado plástico. México, México. Boletín técnico N°1. s.p.

Hedden P. y Kamiya Y. (1997). Biosíntesis de la giberelina: enzimas, genes y su regulación. Revisión Anual de Fisiología Vegetal y Biología Molecular Vegetal. 48: 431-460.

Hernández, T. (1999). Manual del cultivo de pimiento dulce. Quito, Ecuador. p. 66.

Hershey, D. (1995). Photosynthesis misconceptions. The American Biology Teacher. p. 198.

Holdridge, L. (2000). Ecología basada en zonas de vida. Quinta reimpresión. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 216 p.

Howard, R. (2006). Pimientos hidropónicos. Curso práctico internacional de hidroponía. Lima, Perú. p. 69-79.

INFOAGRO. (2011). El cultivo de pimiento. INFOAGRO, (http://www.INFOAGRO.com /hortalizas/pimiento.htm, documento).

Ishikawa, A. (2006). El cultivo de pimiento en invernadero plástico. Córdoba, España. p. 111-112.

Kitta, E. (2015). Productividad de los cultivos de regadío en países mediterráneos. Universidad Politécnica de Cartagena. Murcia. España UPCT, (http://www.UPCT/tesis doctorado pimentón bajo sombra.html, artículo).

Landis, T. (1989). Nutrientes minerales y fertilización. Manual de Viveros para la Producción de Especies Forestales en Contenedor. Oregón, Estados Unidos. 4(1):1-71.

Lauda, A. (2006). Determinación de la densidad de siembra más adecuada para el cultivo de pimiento en el cantón. Guayas, Palestina. 166 p.

MINAGI (2015). Exportaciones peruanas de ajíes y pimientos aumentaron 12 % en primer semestre del 2015. Gestión. Lima (Perú); Jun. 8:9.

Morales, J. (2004). Pimiento (*C. annuum*.). Infojardín. INFOJARDIN, (http://www.infojardin.com/huerto/Fichas/ pimiento.htm, artículo).

Morales, E. y Pachacama, S. (2011). Evaluación agonómica de cinco híbridos, de pimiento dulce (*C. annuum*.) con tres dosis de fertilización química, bajo invernadero en la parroquia de Pifo. Tesis Ing. Ambiental. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda, Ecuador. 89 p.

Muñoz, R. (2003). Manual de producción hortícola en invernaderos. INCAPA. México, México. s.p.

Osuna C., E.; Reyes M., L • Padilla R., J. y Martínez G., M. (2007). Rendimiento de frijol Pinto Saltillo en altas densidades de población bajo sombra temporal. Revista mexicana de ciencias agícolas. Volumen 3, Nro 7.

Ortiz, R. (2008). Evaluación de cuatro distanciamientos de siembra y cuatro progamas de fertilización en chile habanero (Capsicum chinense Jacq., Solanaceae) en el Petén, Guatemala. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Rafael Landivar. Petén, Guatemala. 54 p.

Pacheco, C. (2001). Guía de manejo del cultivo del pimentón. Universidad Francisco de Paula Santander. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agopecuaria. Cúcuta, Colombia. 15p.

Pérez, D. (2014). Efecto de cuatro densidades de siembra y tres progamas de fertilización en chile cobanero (*C. annuum*); San Luis, Petén. Tesis Ing Agrónomo. Facultad de Ciencias ambientales y agícolas, Universidad Rafael Landívar. Zacapa, Guatemala.

Pérez, M. (2014). Evaluación de tres sustratos y cuatro dosis de bioestimulantes para la producción de pimiento ornamental (Capsicum annuum) bajo invernadero en Pichincha, Quito. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador

PIMIENTO (*C. annuum*.). s/a. AJÍES DEL PERÚ. PERUECOLOGICO, (http://www.peruecologico.com.pe/flo_aji_1. htm, documento).

Reséndiz, R.: Moreno, E.; Sánchez, F.; Rodríguez, J. y Peña, A. (2010). Variedades de pimiento morrón manejadas con despunte temprano en dos densidades de población. Revista Chapingo Serie Horticultura. México, México. 16(3): 223-229.

Rodríguez, A. (2009). Factores por los que se puede entablar competencia entre plantas de igual o distinta especie. Ciencias y cosas. CIENCIAS Y COSAS, (https://cienciasycosas. Com/2009/05/28/factores-por-los-que-se-puede-entablar-compete ncia-entre-plantas-de-igual-o-distinta-especie/6, artículo).

Rodríguez, J. (2013). Rendimiento del pimentón en respuesta al compost nutribora combinado con un fertilizante mineral y a diferentes distancias de siembra. Agronomía Tropical 55(3)s.p. Maracay, Venezuela. (http://www.scielo .org.ve/scielo. php?script=sciarttext&pid=S0002192X200500030000 6, artículo).

Russo, V. (2003). Planting date and plant density affect yield of pungent and nonpungent jalapeños peppers. HortScience. 38(4):520-523.

Salisbury F., B. y ROSS C.. W. (2000). Desarrollo de las Plantas y Fisiología Ambiental. Fisiología de las Plantas 3. Ed. Paraninfo. México, México. 460 p.

Seiter, S.; Altemose, C. y Davis, M. (2004). Forage soybean yield and quality responses to plant density and row distance. Agonomy Journal. 96:966-970.

Shahak, Y. (2006). Photo - selective netting for improved performance of horticultural crops, a review of ornamental and vegetable studies carried out in Israel. Acta Horticulturae. 770(1):325-333.

SIEMBRA de Pimientos. (2012) Siembra, cosecha y cocina. Canarias, España. SIEMBRA, (http://siembra.webnode.es/news/ información-general, documento).

Suquilanda, M. (2002). Producción orgánica de pimiento en la sierra norte y central del Ecuador. Publiasesores. Quito, Ecuador. p. 18.

Unknown, J. (2012). Pimiento (Capsicum annuum); Manejo integal de cultivos N° 2. AGOUNIVERSIDAD, (http://agouniver sidad.blogspot.pe/2012/07/manejo-integal-de-cultivo-n-2-pimiento .html, artículo).

Vilarnau, A. s.d. Variedades comerciales de pimiento. Pimientos. p 121-135.

Viloria, A.; Arteaga, L. y Díaz, L. (2001). Crecimiento del pimentón (Capsicum annum L.) en respuesta a diferentes niveles de N P K y densidad de siembra. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 43(1):24-29.

Willey, R. (1994). Plant population and crop yield. In: Rechcigl Jr. M. CRC handbook of agricultural productivity. Boca Raton, CRC Press. p. 201-207.

XXIII CONFERENCIA INTERNACIONAL DE PEPPERS (23, 2016, Trujillo, La Libertad). (2016). Cada peruano consume 4,5 kg de ajíes frescos al año. Ed por R. GOMEZ. Asociación de Exportadores (ADEX). La Libertad, Perú.

Zapata, N. et al. (1992). El Pimiento para pimentón. Madrid. España, Mundi Prensa. 352 p.

Zúñiga, E.; Martínez, J.; Baca, G.; Martínez, A.; Tirado, J. y Kohashi, J. (2002). Producción de chile pimiento en dos sistemas de riego bajo condiciones hidropónicas Programa de Edafología. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Montecillo, México. p. 17-20.

ANEXOS

Tabla 16. Presupuesto general para la producción de *C. annuum* bajo el sistema de fertirriego en condiciones de Tingo María.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario. S/	Total S/
1. Mano de obra				**870,00**
Almácigo y vivero	Jornal	1	30,00	30,00
Preparación del sustrato	Jornal	1	30,00	30,00
Llenado de bolsas	Jornal	1	30,00	30,00
Instalación	Jornal	2	30,00	60,00
Deshierbos	Jornal	4	30,00	120,00
Control sanitario	Jornal	4	30,00	120,00
Fertilización y riego	Jornal	10	30,00	300,00
Cosecha	Jornal	6	30,00	180,00
2. Insumos				**1 114,25**
Semilla	Kilo	0,1	500,00	50,00
Nitrato de calcio ($Ca(NO_3)_2$)	Saco	1	104,00	104,00
Nitrato de potasio (KNO_3)	Saco	1	116,00	116,00
Sulfato de magnesio ($MgSO_4$)	Saco	1	97,00	97,00
Fosfato amónico (NI-141-12PO_4)	Saco	0,5	105,00	52,50
Ácido fosfórico (H_3PO_4)	Galón	0,25	60,00	15,00
Urea (CH_4N_2O)	Saco	0,25	67,00	16,75
Microelementos	Bolsa	2	20,00	40,00
Aserrín	Saco	15	2,00	30,00
Compost	Saco	10	15,00	150,00
Abamectin	Litro	1	25,00	25,00
Glifosato	Litro	1	18,00	18,00
Carbendazin + Propineb	Litro	5	80,00	400,00

3. Materiales y herramientas				**640,00**
Mallas Raschel de 50 %	Rollo	1	185,00	185,00
Mallas Raschel de 30 %	Rollo	1	185,00	185,00
Bolsa de 15 x 17"	Unidad	450	0,40	180,00
Alambre	Kilo	10	4,00	40,00
Materiales de gabinete	Unidad	1	50,00	50,00
4. Otros servicios				**130,00**
Alquiler de equipos y luz	Unidad	1	100,00	100,00
Análisis de suelo	Unidad	1	30,00	30,00
Sub total				2 754,25
Imprevistos (10 %)				275,43
Costo total				**3 029,68**

Cálculos para obtener el número de plantas/hectárea

1. **Fórmula de surcos mellizos o de alta densidad**

$$\text{N° Golpes} = \frac{2\,(S)}{a\,(b+c)}$$

Donde:

S: Superficie total

a: Distancia entre planta 1

b: Distancia entre planta 2

c: Distancia entre surco

2. **Cálculos**

*Para hallar el número de golpes por hectárea:

$$\text{N° Golpes} = \frac{2\,(10{,}000)}{0{,}50\,(0{,}50+1{,}00)}$$

$$\text{N° Golpes} = \frac{2\,(10{,}000)}{0{,}75}$$

$$\text{N° Golpes} = 26\,666{,}66$$

**Para hallar el número de plantas por hectárea:

26 666,66 golpes x 1 planta/maceta = 26,666 plantas/hectárea

26 666,66 golpes x 2 plantas/maceta = 53,332 plantas/hectárea

26 666,66 golpes x 3 plantas/maceta = 79,998 plantas/hectárea

Cálculos para la solución nutritiva en 1000 L

1. Peso atómico de los elementos:

Ca : 40,08	Mg 24,31
N 14,01	P 30,97
K 39,10	S 32,06
O 16,00	H 1,01
C 12,01	

2. Peso molecular de las sales:

Sulfato de magnesio ($MgSO_{4,7}H_2O$)	:	246,36
Nitrato de calcio ($Ca(NO_3)_{2,4}H_2O$)	:	236,08
Fosfato monopotásico ($KH_2PO_4.H_2O$)	:	154,08
Ácido fosfórico (H_3PO_4, 85%)	:	98,00
Nitrato de potasio (KNO_3)	:	101,10
Nitrato de amonio ($NH_4NO_3.H_2O$)	:	98,04
Urea ($NH_2.CO\ NH_2$, 46%)	:	60,07

3. Formula de solución nutritiva

N	P	K	Ca	Mg	S
200	60	180	140	55	70

4. Cálculos

<u>Calculando S</u>

En 246,36 g $MgSO_{4,7}H_2O$ ----------► 32,06 ppm S

X ----------► 70 ppm S

X = 537,90 g $MgSO_{4,7}H_2O$

Calculando Mg

En 246,36 g $MgSO_{4,7}H_2O$ ----------► 24,31 ppm Mg

537,90 g $MgSO_{4,7}H_2O$ ----------► X

X = 53,97 ppm Mg

Calculando Ca

En 236,08 g $Ca(NO_3)_{2,4}H_2O$ ----------► 40,08 ppm Ca

X ----------► 140 ppm Ca

X = 824,63 g Ca(NO3)2,4H2O

Calculando P

En 98 g H_3PO_4 (85%) ----------► 30,97 ppm P

80 ----------► X

X = 25,28 ppm P (85%)

X = 21,48 ppm P

* Entonces 60 ppm P - 21,48 ppm P = 38,52 ppm P

En 154,08 g $KH_2PO_4.H_2O$ ----------► 30,97 ppm P

X ----------► 38,52 ppm P

X = 191,64 g KH2PO4.H2O

Calculando K

En 154,08 g $KH_2PO_4.H_2O$ ----------► 39,10 ppm K

191,64 g $KH_2PO_4.H_2O$ ----------► X

X = 48,63 ppm K

* Entonces 180 ppm K - 48,63 ppm K = 131,37 ppm K

En 101,10 g KNO_3 ----------► 39,10 ppm K

X ----------► 131,37 ppm K

X = 339,68 g KNO_3

Calculando N

En 236,08 g $Ca(NO_3)_{2,4}H_2O$ ----------► 28 ppm N

824,63 g $Ca(NO_3)_{2,4}H_2O$ ----------► X

X = 97,80 ppm N

En 101,10 g KNO_3 ----------► 14 ppm N

339,68 g KNO_3 ----------► X

X = 47,04 ppm N

* Entonces 97,80 ppm N + 47,04 ppm N = 144,84 ppm N

** Entonces 200 ppm N - 144,84 ppm N = 55,16 ppm N

En 98,04 g $NH_4NO_3.H_2O$ ----------► 28 ppm N

X ----------► 55,16 ppm N

X = 193,14 g $NH4NO_3.H_2O$

***Entonces 97,80 ppm N + 47,04 ppm N + 27,58 ppm N = 172,42 ppm N

200 ppm N ----------► 100%

172,42 ppm N ----------► X

X = 86,21%

60,07 g CH_4N_2O ----------► 28 ppm N

X ----------► 27,58 ppm N

X = 59,16 g CH_4N_2O

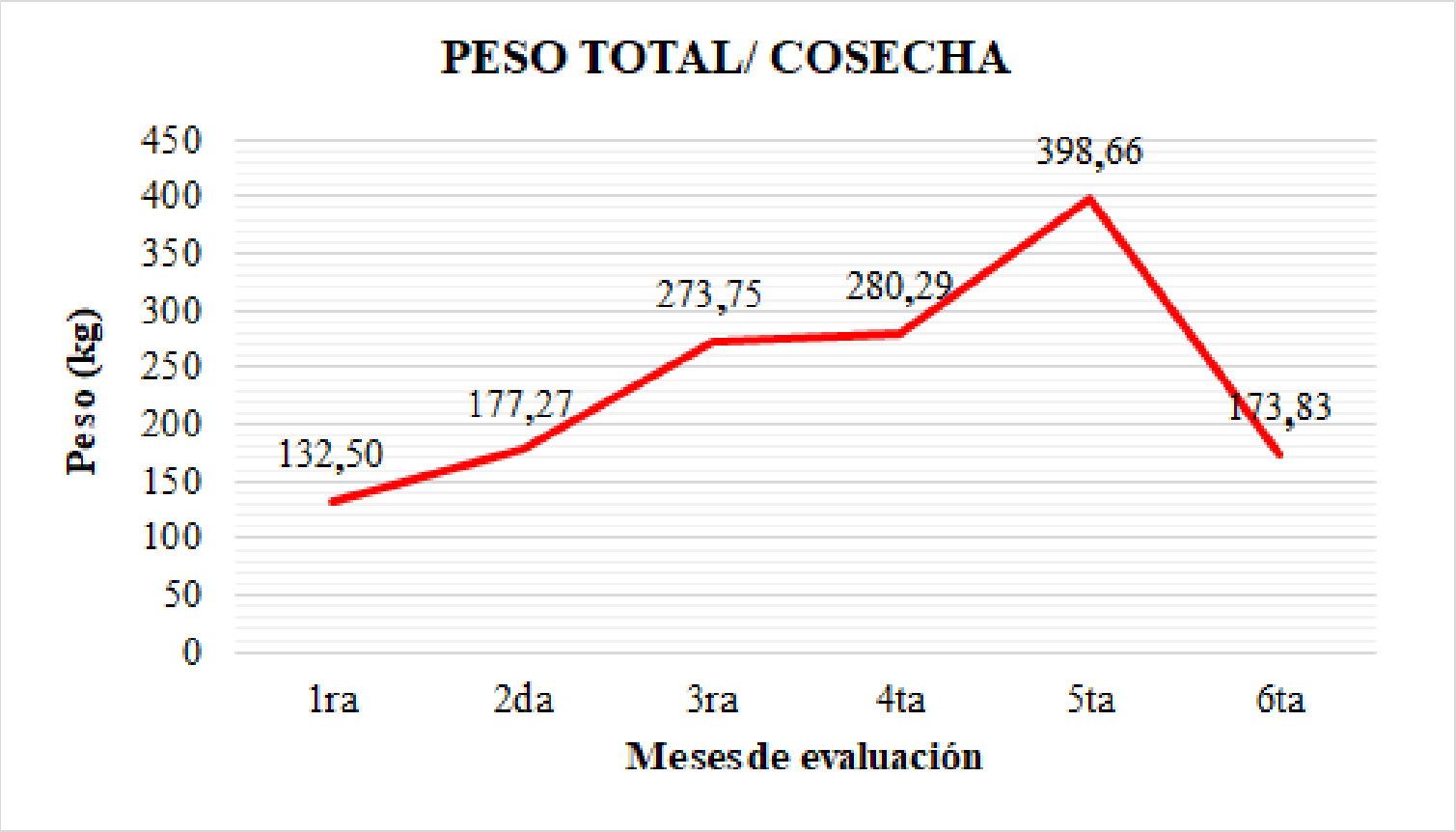
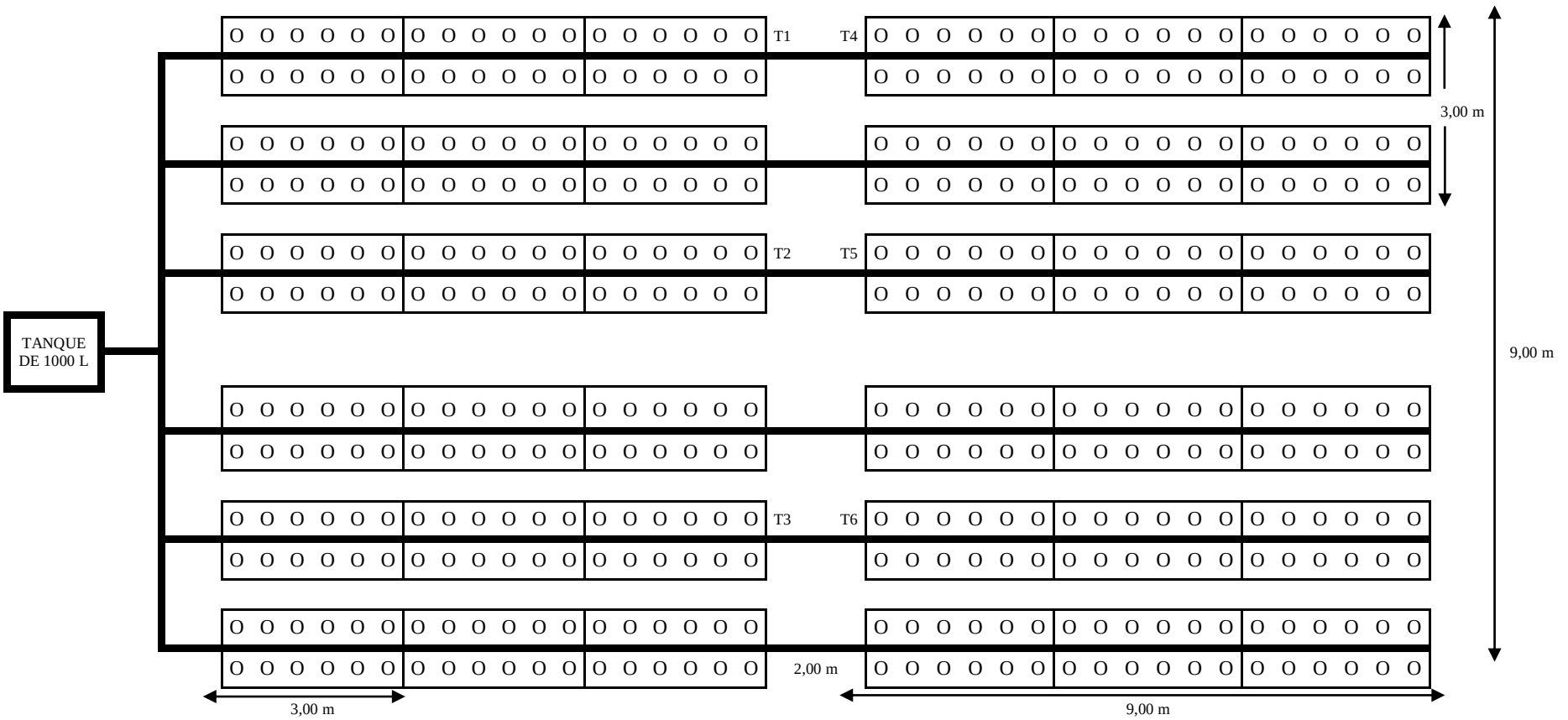


Figura 2. Peso de los frutos de *C. Annuum* recolectados en las 6 cosechas realizadas durante la investigación



T_1 = 0,50 m x 0,50 m x 1,00 m (con 1 planta/maceta) bajo 30 % de sombra. ……. 3 riegos de 70 s al día.
T_2 = 0,50 m x 0,50 m x 1,00 m (con 2 plantas/maceta) bajo 30 % de sombra. ……. 3 riegos de 102 s al día.
T_3 = 0,50 m x 0,50 m x 1,00 m (con 3 plantas/maceta) bajo 30 % de sombra. ……. 3 riegos de 140 s al día.
T_4 = 0,50 m x 0,50 m x 1,00 m (con 1 planta/maceta) bajo 50 % de sombra. ……. 3 riegos de 70 s al día.
T_5 = 0,50 m x 0,50 m x 1,00 m (con 2 plantas/maceta) bajo 50 % de sombra. ……. 3 riegos de 102 s al día.
T_6 = 0,50 m x 0,50 m x 1,00 m (con 3 plantas/maceta) bajo 50 % de sombre. ……. 3 riegos de 140 s al día.

Figura 3. Detalle de las dimensiones del campo experimental.

Tabla 17. Datos registrados para los caracteres vegetativos.

Densidad de siembra	Luminosidad	Altura total de planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	N° de hojas/ planta (unidad)	Área foliar
1	1	117,00	20,20	240,00	96,70
1	1	115,30	19,50	244,00	69,30
1	1	112,60	20,00	209,00	68,40
2	1	98,30	16,80	190,00	88,20
2	1	99,30	17,30	188,00	53,90
2	1	99,70	15,80	179,00	64,40
3	1	89,30	15,80	256,00	55,60
3	1	90,30	15,70	226,00	66,50
3	1	90,30	15,50	229,00	52,70
1	2	90,00	21,30	262,00	58,50
1	2	92,70	21,40	253,00	65,30
1	2	91,30	20,90	225,00	73,40
2	2	88,00	17,60	206,00	56,80
2	2	84,30	18,00	205,00	58,50
2	2	89,00	17,90	208,00	50,30
3	2	81,00	15,50	177,00	56,60
3	2	81,60	15,00	185,00	39,20
3	2	80,60	15,90	210,67	37,26

Tabla 18. Datos registrados para los caracteres productivos.

Densidad	Luminosidad	NF/ha	DPF	DEF	GP	PFF	R/ha
1	1	223 327	90,90	81,30	6,50	133,00	29,70
1	1	226 661	89,90	80,30	5,10	130,00	29,50
1	1	203 328	96,50	82,60	5,30	139,70	28,40
2	1	366 664	86,90	78.90	3,50	126,30	46,30
2	1	339 997	91,70	74,40	4,70	111,90	38,10
2	1	376 637	91,60	77,80	4,80	126,10	47,50
3	1	396 640	87,30	77,10	3,30	114,80	45,50
3	1	416 640	89,50	77,20	4,20	123,50	51,40
3	1	456 640	89,00	77,10	3,80	119,50	54,60
1	2	239 994	96,00	83,60	6,40	137,40	33,00
1	2	293 326	94,50	83,20	4,10	131,40	38,60
1	2	286 659	100,30	79,20	6,40	132,00	37,80
2	2	330 131	94,50	81,20	3,50	132,50	43,70
2	2	366 664	93,60	81,00	4,60	124,90	45,80
2	2	369 971	92,90	79,00	4,10	117,40	43,40
3	2	443 360	93,30	81,10	3,80	131,90	58,50
3	2	563 360	90,90	78,00	4,00	120,20	67,70
3	2	470 000	85,10	76,80	3,60	121,80	57,20

NF/ha: N° de frutos.ha^{-1} (Unidad), DPF: Diámetro polar de fruto (mm), DEF. Diámetro ecuatorial de fruto (mm), GP: Grosor de pericarpio (mm), PFF: Peso fresco de fruto (g), R/ha: Rendimiento. ha^{-1} (t).

Figura 4. Preparación del almácigo de *C. Annuum*.

Figura 5. Bolsas con sustratos considerados para la investigación.

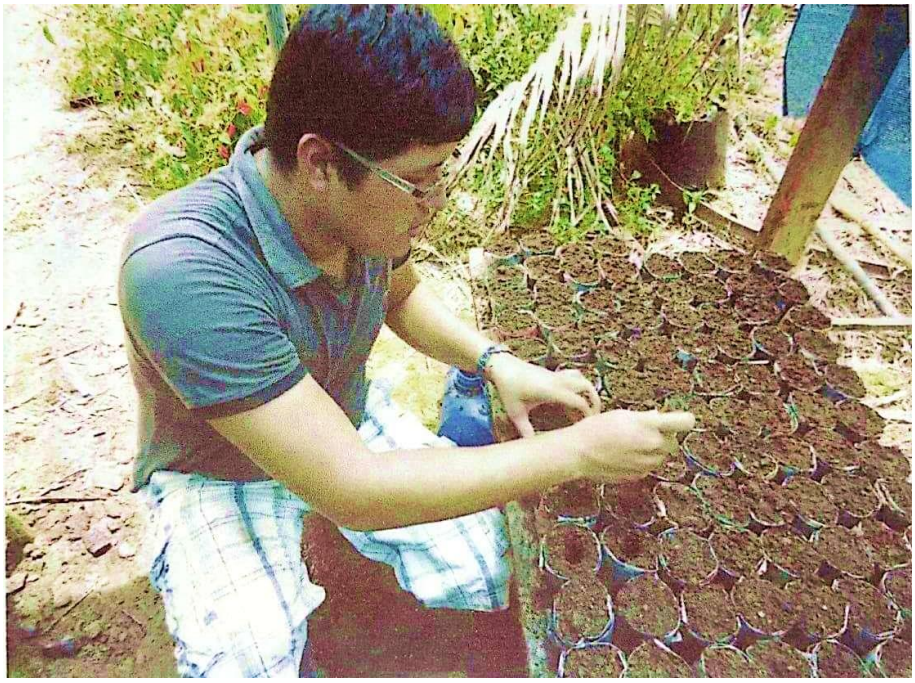


Figura 6. Transplante de plántulas de *C. Annuum* en cartuchos de papel periódico.

Figura 7. Transplante de plantas de *C. Annuum* a campo definitivo.

Figura 8. Tutorado de plantas de *C. Annuum*.

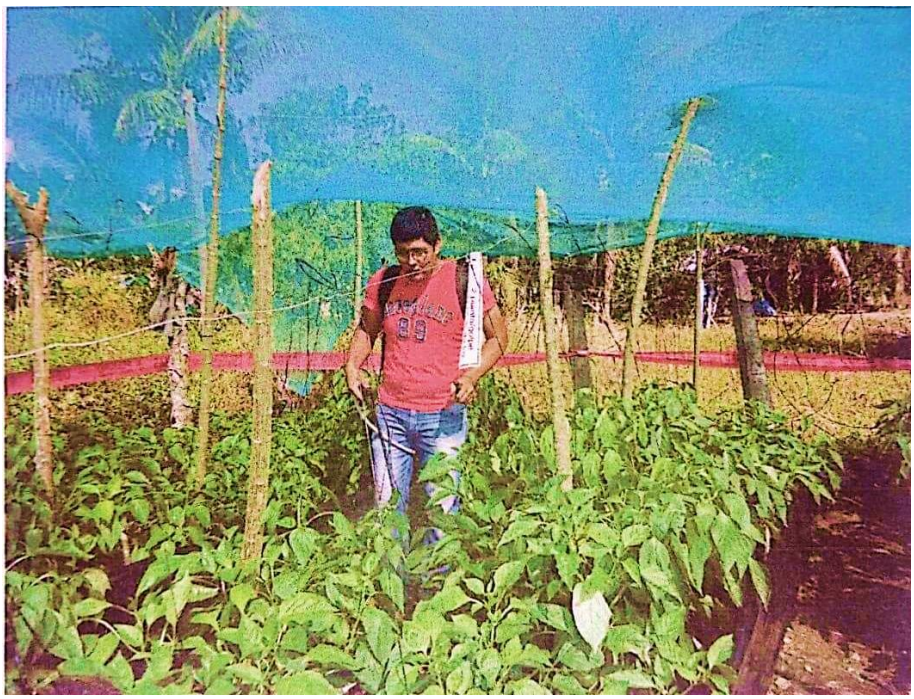


Figura 9. Control de plagas a nivel de campo definitivo de *C. Annuum*.

Figura 10. Segunda cosecha de *C. Annuum*.

Figura 11. Determinación del diámetro ecuatorial del fruto de *C. Annuum*.