

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

**DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES BIOESTIMULANTES EN
EL RENDIMIENTO DEL PIMIENTO MORRÓN (*Capsicum annuum* L.) CV.
CANDENTE, EN EL CENTRO EXPERIMENTAL AGRÍCOLA III, LOS
PICHONES TACNA – 2018**

TESIS

Presentada Por:

Bach. Silvia Pilco Gutierrez

Para optar el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Escuela Profesional de Agronomía

TESIS

**DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES BIOESTIMULANTES EN
EL RENDIMIENTO DEL PIMIENTO MORRÓN (*Capsicum annuum* L.) CV.
CANDENTE, EN EL CENTRO EXPERIMENTAL AGRÍCOLA III, LOS
PICHONES TACNA – 2018**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 28 DE OCTUBRE DEL 2021,
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:



Dr. HUGO FLORES AYBAR

SECRETARIO:



Dr. OSCAR OCTAVIO FERNÁNDEZ CUTIRE

VOVAL:



MSc. NIVARDO NÚÑEZ TORREBLANCA

ASESOR:



MSc. ARISTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico al padre mío por su constante soporte y por estar siempre conmigo. A mi mamá y hermanita menor que siempre me están motivando a ser mejor cada día.

A mis amigos y compañeros por apoyarme en este largo camino que recorrí para llegar a terminar esta carrera que es muy importante para la alimentación del mundo.

AGRADECIMIENTO

A mi escuela, que me ha enseñado que es la carrera más noble que pude optar.

A mis profesores, por haberme brindado sus consejos para terminar de realizar mi tesis.

A mi asesor, por tenerme paciencia y darme su ayuda en la enseñanza, durante la tesis.

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I...	3
EL PROBLEMA.....	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Formulación del problema.....	4
1.2.1. Interrogante principal.....	4
1.2.2. Interrogante secundaria	4
1.3. Delimitación de la investigación	4
1.3.1. Espacio geográfico	4
1.3.2. Sujetos de observación	5

1.3.3. Tiempo	5
1.4. Justificación	5
1.5. Limitaciones	7
CAPÍTULO II	8
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	8
2.1. Objetivos	8
2.1.1. General	8
2.1.2. Especifico	8
2.2. Variables	8
2.2.1. Variable Independiente (X).....	8
2.2.2. Variable Dependiente	9
2.3. Hipótesis	9
2.3.1. Hipótesis General.....	9
2.3.2. Hipótesis Específica	9
CAPITULO III	10
MARCO TEÓRICO	10
3.1 Antecedentes	10
3.2. Bases teóricas	12

3.2.1. Importancia del cultivo del pimiento morrón	12
3.2.2. Botánica	12
3.2.3. Abonamiento y fertilización.....	13
3.2.3. Adaptación general	14
3.2.4. Déficit hídrico y crecimiento vegetal	16
3.2.5. Bioestimulantes	17
3.2.5. Modos y mecanismos de acción de los bioestimulantes	19
3.2.6. Penetración en tejidos, translocación y transformación en plantas.....	19
3.2.7. Función de los bioestimulantes	20
3.2.8. Características de bioestimulantes comerciales.....	22
3.2.9. Fitorreguladores	31
3.3. Aminoácidos.....	33
CAPITULO IV.....	35
MÉTODOS Y MATERIALES DE LA INVESTIGACIÓN	35
4.1. Tipo de investigación.	35
4.2. Localización del campo experimental.	35
4.3. Cultivos anteriores en el campo experimental.	35

4.4. Propiedades físicas y químicas del suelo.	35
4.5 Datos meteorológicos durante el desarrollo del cultivo.	36
4.6. Material experimental.	37
4.7. Los tratamientos.	37
4.8. Variables de respuesta	39
4.8.1. Altura de planta.	39
4.8.2. Diámetro polar fruto.	39
4.8.3. Diámetro ecuatorial fruto.	39
4.8.4. Peso de fruto por planta.	40
4.8.5. Peso de fruto por unidad experimental.	40
4.8.6. Rendimiento por hectárea.	40
4.8.7. Diseño experimental.	40
4.9. Descripción del campo experimental.	40
4.9.1. Características del campo experimental.	40
4.9.2. Características de los bloques.	41
4.9.3. Característica de la unidad experimental.	41
4.10. Croquis del diseño experimental.	42
4.11. Análisis estadístico	42

4.12. Manejo del experimento.....	43
4.12.1 Siembra en almacigo.....	43
4.12.2 Preparación del terreno.....	43
4.12.3 Trazado de la parcela y bloques	43
4.12.4 Trasplante	44
4.12.5 Riego.....	44
4.12.6 Fertilización	45
4.12.7 Aplicación de bioestimulante	46
4.12.8 Control de maleza	48
4.12.9 Control de plagas y enfermedades.....	48
4.12.10 Cosecha	50
CAPÍTULO V.....	51
RESULTADOS.....	51
5.1 Altura de planta.....	51
5.2 Diámetro polar de frutos.....	52
5.3 Diámetro ecuatorial fruto.....	54
5.4 Peso de fruto por planta.	55
5.5 Peso de fruto por unidad experimental	56

5.6 Rendimiento por hectárea (t/ha)	59
CAPÍTULO VI.....	63
DISCUSIÓN.....	63
6.1. Altura de planta (cm).....	63
6.2. Diámetro polar de frutos (cm)	63
6.3. Diámetro ecuatorial del fruto (cm).....	64
6.4. Peso de frutos por unidad experimental (unidad)	65
6.5. Rendimiento (t/ha)	65
CONCLUSIÓN	68
RECOMENDACIONES.....	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
ANEXOS.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Composición química de Stimulate.....	23
Tabla 2.	Composición del bioestimulante Puncher.....	25
Tabla 3.	Composición del bioestimulante Impulsor.....	26
Tabla 4.	Composición del bioestimulante Agrostemin – GL.....	28
Tabla 5.	Composición química de Zoberaminol.....	30
Tabla 6.	Análisis físico – químico del suelo experimental.....	36
Tabla 7.	Datos meteorológicos durante el periodo de cultivo (2018 – 2019).....	37
Tabla 8.	Características de los bioestimulantes en estudio.....	38
Tabla 9.	Análisis de varianza de altura de planta (cm) de pimiento morrón (<i>Capsicum annuum L.</i>) cv. Candente.....	51
Tabla 10.	Análisis de varianza diámetro polar de fruto (cm) en pimiento morrón (<i>Capsicum annuum L.</i>) cv. Candente.....	52
Tabla 11.	Prueba de significación de Duncan diámetro polar fruto (cm) en pimiento morrón (<i>Capsicum annuum L.</i>) para los tratamientos.....	53
Tabla 12.	Análisis de varianza de diámetro ecuatorial fruto (cm) en pimiento morrón (<i>Capsicum annuum L.</i>) cv. Candente.....	54

Tabla 13. Análisis de varianza peso de frutos por planta (kg) de pimiento morrón (<i>Capsicum annuum L.</i>) cv. Candente.....	55
Tabla 14. Análisis de covarianza para peso de frutos por unidad experimental (kg) de pimiento morrón (<i>Capsicum annuum L.</i>) cv. Candente.....	56
Tabla 15. Prueba de significación de Duncan peso de frutos por unidad experimental (kg) en pimiento morrón (<i>Capsicum annuum L.</i>) para los tratamientos.....	57
Tabla 16. Análisis de varianza para el rendimiento por hectárea (kg) de pimiento morrón (<i>Capsicum annuum L.</i>) cv. andente.....	59
Tabla 17. Prueba de significación de Duncan para el rendimiento por hectárea (t/ha) de planta de pimiento morrón (<i>Capsicum annuum L.</i>) para los tratamientos.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Croquis del campo experimental.....	42
Figura 2: Diámetro polar fruto (cm) en pimiento morrón (<i>Capsicum annuum</i> L), según los bioestimulantes.....	54
Figura 3: Peso de frutos por unidad experimental (kg) de planta de pimiento morrón (<i>Capsicum annuum</i> L.), según los bioestimulantes.....	58
Figura 4. Rendimiento por hectárea (t/ha) de planta de pimiento morrón (<i>Capsicum annuum</i> L.), según los bioestimulantes.....	61

RESUMEN

El presente trabajo de tesis lleva por título “DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES BIOESTIMULANTES EN EL RENDIMIENTO DEL PIMIENTO MORRÓN (*Capsicum annuum* L.) CV. CANDENTE, EN EL CENTRO EXPERIMENTAL AGRÍCOLA III, LOS PICHONES - TACNA, 2018. Se ejecutó con el objetivo de determinar el efecto de los bioestimulantes en el rendimiento del cultivo pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.), entre el 17 noviembre del 2018 y el 19 mayo del 2019, los bioestimulantes aplicados en forma foliar fueron: t0: Stimúlate; t1: Puncher; t2: Impulsor; t3: agrostemin-GL y t4: Zoberaminol. Las variables de respuesta fueron: peso de frutos por unidad experimental y rendimiento. El diseño experimental fue bloques completos aleatorios con seis repeticiones, los datos se analizaron utilizando la técnica del análisis de varianza y la comparación de medias con la prueba de Duncan a un nivel de significación del 5%. El bioestimulante agrostemin – GL resultó superior en peso de frutos por unidad experimental, con un rendimiento promedio de 49,6 t/ha.

Palabras clave: Bioestimulante, pimiento, rendimiento.

ABSTRACT

The present thesis work is entitled "DETERMINATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT BIO-STIMULANTS ON THE YIELD OF BROWN PEPPER (*Capsicum annuum* L.) CV. CANDENTE, AT THE CENTRO EXPERIMENTAL AGRÍCOLA III, LOS PICHONES - TACNA, 2018. It was carried out with the objective of determining the effect of biostimulants on the yield of the bell pepper (*Capsicum annuum* L.) crop, between November 17, 2018 and May 19, 2019, biostimulants applied in foliar form were: t0: Stimulate; t1: Puncher; t2: Impeller; t3: agrostemin-GL and t4: Zoberaminol. The response variables were: fruit weight per experimental unit and yield. The experimental design was randomized complete blocks with six repetitions, the data were analyzed using the analysis of variance technique and the comparison of means with Duncan's test at a significance level of 5%. The biostimulant agrostemin-GL was superior in fruit weight per experimental unit, with an average yield of 49.6 t / ha.

Keywords: Biostimulant, pepper, yield.

INTRODUCCIÓN

El Perú es uno de los países con diversas variedades de ajíes del mundo, teniendo una producción de 164 mil toneladas al año. Las regiones con mayor producción de piquillo, pimiento morrón, paprika, jalapeno y guajillo son Lambayeque, Pasco, Lima, Tacna y La Libertad. (Agraria.pe., 2018).

La región de Tacna posee espacio territorial de 1 607 573 ha, de los cuales 33 740 ha es área cultivada, y 5 735,8 ha con cultivos transitorios. Las zonas importantes productoras de cultivos transitorios se ubican en los distritos de Tacna. (G.R.T., 2009).

El pimiento es una hortaliza de gran importancia por su valor nutritivo como es su contenido de las vitaminas C y A, siendo una solanácea comestible.

Tacna se encuentra en la cabecera del desierto de Atacama, en condiciones adversas en cuanto a suelo y agua, que influye en la fisiología del pimiento y afecta al rendimiento del cultivo.

La aplicación de los bioestimulantes es una alternativa tecnológica que permite estimular los procesos fisiológicos y biológicos que refleja en la floración, fructificación y rendimiento.

En la actualidad existen una gran cantidad de bioestimulantes que aseguran un mejor y mayor rendimiento del cultivo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

El pimiento morrón es un cultivo transitorio que se viene produciendo cada vez más en el Perú, por la misma demanda que exige su exportación hacia los mercados internacionales. A nivel nacional, Tacna se encuentra en el cuarto lugar de las regiones que más produce esta hortaliza. La superficie cosechada mensual de pimiento, según la región de Tacna, es de 190 ha con un rendimiento promedio mensual de 18,889 t/ha. (MINAGRI, 2018).

El problema que se muestra en la producción del pimiento morrón son los bajos rendimientos expresados en toneladas por hectáreas, que afectan los ingresos económicos de los agricultores, lo cual puede ser modificado a través de la correcta aplicación de insumos y uso de la tecnología, siendo una de las alternativas la utilización y aplicación de bioestimulantes con la finalidad de solucionar las carencias que se manifiestan.

La aplicación de bioestimulantes se puede realizar en condiciones de campo en diferentes etapas fenológicas del cultivo, permitiendo a los agricultores lograr un incremento del rendimiento y mejorar la calidad del fruto, por ende, aumento en los ingresos de los agricultores.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Interrogante principal

¿Cuál es el efecto de bioestimulantes en el rendimiento del cultivo pimiento morrón (*Capsicum annuum L.*) Cultivar Candente?

1.2.2. Interrogante secundaria

¿Cuál de los bioestimulantes permite un mayor incremento en el rendimiento en el cultivo pimiento morrón (*Capsicum annuum L.*) cultivar Candente?

1.3. Delimitación de la investigación

1.3.1. Espacio geográfico

El trabajo de tesis se ejecutó en el “Centro Experimental Agrícola III - Los Pichones” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann; cuyas coordenadas geográficas son

latitud sur: 17° 01' 50,30" y longitud oeste: 70° 15' 28,17"; a una altitud de 526 m.s.n.m.

1.3.2. Sujetos de observación

Las plantas del pimiento morrón de la variedad Candente, se les aplicó diferentes bioestimulantes.

1.3.3. Tiempo

El trabajo de tesis se realizó en el campo, durando 06 meses (noviembre del año 2018 a mayo del año 2019).

1.4. Justificación

El pimiento morrón (*Capsicum annuum L.*) es un cultivo hortícola que se cultiva en el distrito de Tacna por su gran acogida en la gastronomía peruana. Por ello, se viene consumiendo y exportando en mayor cantidad, según pasan los años. Las exportaciones se realizan en forma fresca y conservada teniendo un crecimiento ascendente. Tacna se encuentra como una de las zonas de producción con mayor extensión de tierras para los pimientos, por lo tanto, ello es necesario aplicar bioestimulantes que mejoren el rendimiento.

La región de Tacna se encuentra en la cabecera del desierto de Atacama con suelos salinos, temperaturas altas (verano) y escasez de agua que influyen significativamente en el desarrollo fisiológico del cultivo del pimiento, afectando así a la producción que se ve expresado en el rendimiento. La aplicación de bioestimulantes en la planta permite lograr estimular los procesos fisiológicos (capacidad de fotosíntesis y síntesis de proteínas) optimizando la reserva de los nutrientes y mejorar su absorción (Lorenzo, 2017). También los bioestimulantes logran incrementar la tolerancia a los factores adversos bióticos y abióticos.

Los bioestimulantes contienen microorganismos, nutrientes y sustancias compuestas, cuyo uso funcional, cuando se aplican al cultivo en la parte aérea o la rizosfera comprende el perfeccionamiento del desarrollo y mejora del cultivo en cuanto a vigor, rendimiento y/o calidad.

Actualmente existe una gran cantidad de productos comerciales de bioestimulantes que aseguran tener efectos positivos en el rendimiento del cultivo del pimiento. Haciendo que el cultivo sea más eficiente en cuanto a su desarrollo y que exprese toda su potencialidad incrementando los rendimientos por hectárea del pimiento morrón. Con la finalidad que el agricultor tenga más ingresos y pueda incrementar su producción por área, haciendo el uso de las nuevas tecnologías.

1.5. Limitaciones

La falta de trabajos de investigación a nivel nacional o local con respecto a bioestimulantes nuevos.

La conducción del cultivo.

El verano, por tener mayor cantidad de factores bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos adversos (estrés, altas temperaturas).

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivos

2.1.1. General

Determinar el efecto de bioestimulantes en el rendimiento del cultivo pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) cultivar Candente en el Centro Experimental Agrícola III.

2.1.2. Especifico

Determinar el bioestimulante con mayor incremento en el rendimiento del cultivo pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) cultivar Candente en el Centro Experimental Agrícola III.

2.2. Variables

2.2.1. Variable Independiente (X)

Diferentes bioestimulantes

2.2.2. Variable Dependiente

Peso de fruto por unidad experimental.

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis General

Los bioestimulantes tienen efecto en el rendimiento del cultivo del pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) cultivar Candente.

2.3.2. Hipótesis Específica

Al menos un bioestimulante mejora el rendimiento del cultivo de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) Cultivar Candente

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

El estudio de “comparación de tres bioestimulantes en el rendimiento de dos variedades de pimiento morrón “Candente” y “California Wonder” realizado en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones, Tacna”. Los bioestimulantes evaluados fueron: Stymgen, Biozyme y Triggrr foliar, los resultados indican que el bioestimulante Triggrr foliar destacó en rendimiento de frutos con 22,59 t ha⁻¹ (Aguilar, 2019).

En el trabajo de tesis “respuesta del pimiento variedad Candente a la aplicación de diferentes bioestimulantes realizado en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones” de la UNJBG, Tacna. Los bioestimulantes aplicados evidenciaron efectos significativos en el rendimiento (t ha⁻¹); destacando los bioestimulantes Stimulate y X-Cyte con promedios de 50,77 y 48,61 t ha⁻¹; mientras que los bioestimulantes Citogrower y Triggrr foliar con 45,76 y 45,47 t ha⁻¹ (Tonconi, 2015).

El estudio “efecto de cuatro bioestimulantes en el rendimiento del pimiento cultivar Candente, ejecutado en el Centro Experimental Agrícola III, Los Pichones, de la UNJBG, Tacna. Los resultados evidenciaron efectos altamente significativos, sobre el rendimiento por planta, donde el bioestimulante Agrocimax Plus con 2,808 kg y con un rendimiento por hectárea de 43,90 t ha⁻¹ ha fue el que destacó. Mientras que el grado más alto de asociación lo presentó el número de frutos por planta” (Nina, 2016).

En el experimento “efecto de tres bioestimulantes en el pimiento variedad Atlas en condiciones de invernadero”, el tratamiento IV (Enerplant) con una aplicación de 1,3 ml ha⁻¹ incrementó el rendimiento por metro en 2,58 kg, y obtuvo una ganancia adicional de 4,27 \$/kg” (Cabrera et al., 2011).

En la investigación “influencia de la quitosana en tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) var. “Amalia”. Establecido en un diseño experimental bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, en dieciséis unidades experimentales de 25,50 m²; 100,70 m² por tratamiento y 403 m² de área total; los bioestimulantes se aplicaron en la fase de floración (50 % de anthesis). Los mejores resultados indican que la mejor respuesta del cultivo se obtiene con la dosis de 300 mg ha⁻¹” (Rodríguez et al., 2013).

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Importancia del cultivo del pimiento morrón

Los *Capsicum*, dentro de ellos el pimiento morrón, se extiende en las regiones de clima templado y cálido; es una hortaliza de gran importancia mundial que ocupa el quinto lugar en área cultivada (Guzmán y Limón, 2000). En el Perú y en México presenta una gran notoriedad y uso en los potajes típicos, mientras que en otros países no es tan utilizado.

El pimiento morrón, es la solanácea más utilizada como alimento y condimento después del tomate y la papa. Se consume principalmente fresco, en ensaladas. Asimismo, en muchos potajes como guisos y rellenos, carnes y arroz. El pimiento de forma cónica se enlata y se utiliza en el relleno de aceitunas verdes. Además, el pimiento morrón es importante por su alto valor nutritivo en vitamina C, vitamina A y caroteno. (Casseres, 1980).

3.2.2. Botánica

El hombre utiliza todos los tipos y formas de pimiento del género *Capsicum*. Muchos autores indican que la palabra *Capsicum* deriva del griego: *Kapso* (picar), según otros de *Kapsakes* (capsula). El género *Capsicum* se incluye en la extensa familia de las solanáceas (Núñez, 1996).

Según Núñez (1996) la clasificación taxonómica del pimiento morrón es la siguiente:

Clase A: Dicotyledones

División: Spermatophyta

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum*

Línea XIV: Angiospermae

Orden XXI: Solanales (Personatae)

Rama 2: Malvales – Tubiflorae

Distinguiendo las siguientes características; por las flores, poseen las corolas blancas o ligeramente desteñidas y sus pedicelos son solitarios. Los frutos varían en forma, color y tamaño, se encuentran frutos desde 1,0 cm hasta 30 cm de largo. (Casseres, 1980). La carne del fruto comúnmente es dulce, con semillas de color amarillo pálido (Núñez, 1996).

3.2.3. Abonamiento y fertilización

Según Ugás (et al., 2000) menciona que la aplicación de materia orgánica, fósforo y potasio en la preparación del terreno. Mientras que el nitrógeno se realiza en dos momentos en la preparación y al cambio de surco. La fórmula de fertilización para el pimiento morrón es 180 kg ha⁻¹ de

N; 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y 120 kg ha⁻¹ de K₂O. Asimismo, el autor menciona que se debe realizar el cambio de surco 30 días después del trasplante.

3.2.3. Adaptación general

La mayoría de los cultivares de *Capsicum annuum* L. (por ejemplo, cv. California wonder) se adaptan a días cálidos e intermedios no fríos. El pimiento posee una adaptación similar al tomate (Casseres, 1980).

3.2.3.1. Condiciones climáticas

La planta del pimiento morrón requiere una temperatura óptima para su crecimiento de 20 a 25 °C.

La temperatura para la buena fecundación oscila entre 24 a 26 °C en el día y de 18 a 20 °C por la noche. Las temperaturas superiores a los 35 a 38 °C causan dificultades en la fecundación, asimismo se produce una disminución de la síntesis de auxinas en los meristemas apicales de la parte aérea causando una reducción en el cuajado, caída de flores y frutos. Durante la fase de maduración de los frutos requieren temperaturas de 26 a 28 °C. Cuando los frutos se encuentran en pleno crecimiento y desarrollo las temperaturas entre el día y la noche deben fluctuar entre 8 a 10 °C para evitar la caída de los frutos recién cuajados y frutos pequeños (Reche, 2010)

3.2.3.2. Luminosidad

La planta del pimiento morrón durante todo su ciclo fenológico es exigente en luminosidad, especialmente en los primeros estados fenológicos y durante la fase de floración. Una alta y continua luminosidad causa una reducción del crecimiento de las hojas, lo cual es imprescindible cultivar en invernadero. Mientras que la falta de luz produce la caída de flores y el aborto de frutos debido a la presencia de días nublados o a excesivo sombreado durante el crecimiento y desarrollo del cultivo (Reche, 2010).

3.2.3.3. Humedad

El pimiento morrón es exigente en humedad ambiental, requiere de 50 a 70 % durante el desarrollo vegetativo y 60 % durante las etapas iniciales del crecimiento de la planta. Sin embargo, durante la etapa de crecimiento tolera una humedad superior al 70 %, no obstante, en la etapa de floración la humedad debe ser menor al 70 %, ya que una humedad mayor a esta favorece el desarrollo de enfermedades causadas por hongos y bacterias. Cuando la HR° es baja, menor al 50 % y a la vez se presentan altas temperaturas producen la caída de flores, frutos recién cuajados, asimismo causan un estrés hídrico a la planta debido a que la transpiración se incrementa (Reche, 2010).

3.2.3.4. Suelos

El pimiento morrón requiere suelos de textura franca, profundos y buen drenaje. El pH óptimo oscila entre 5,5 a 6,5 (moderadamente ácido). No tolera salinidad (Ugás et al., 2000).

3.2.4. Déficit hídrico y crecimiento vegetal

Los déficits hídricos en las plantas en su gran mayoría son, probablemente, efectos secundarios ya que muchas plantas han desarrollado mecanismos que les permiten tolerar el déficit hídrico. Aunque la falta de agua afecta la síntesis de giberelinas y auxinas, aún no está demostrado que estas fitohormonas tengan un rol importante en la respuesta al estrés hídrico. Asimismo, la síntesis del etileno se ve favorecida por varios tipos de estrés (abióticos); una serie de respuestas están implicadas debido a la estimulación del etileno, como la epinastia, el cierre estomas, disminución de la asimilación de los nutrientes, la abscisión de hojas y frutos.

Asimismo, la síntesis de citoquininas se reduce como consecuencia del estrés hídrico, estas respuestas están relacionadas con la senescencia foliar y cierre estomático (Azcón y Talón, 2000).

3.2.5. Bioestimulantes

Van Oosten (2017) menciona que el uso de bioestimulantes vegetales se ha convertido en práctica común en la agricultura y proporciona una serie de beneficios para estimular el crecimiento y la protección contra el estrés. En la agricultura nacional cada vez se incrementa el uso de los bioestimulantes, actualmente la aplicación es frecuente e indispensable en la fruticultura, horticultura y floricultura (Fernández, 1995; Cassanga, 2000).

Según Oleg (et al. 2017), la definición de un producto formulado de bioestimulantes de origen biológico mejora la productividad de la planta como consecuencia de las propiedades nuevas o emergentes del complejo de constituyentes y no como la única consecuencia de la presencia de nutrientes esenciales de plantas conocidos reguladores del crecimiento de las plantas o compuestos protectores de plantas. De acuerdo con esta definición, la identificación final de una molécula nueva dentro de un bioestimulante que se considere totalmente responsable de la función biológica, necesitaría la clasificación del bioestimulante de acuerdo con la función descubierta.

Los bioestimulantes en términos generales se definen como un material orgánico y/o microorganismo que se aplica para estimular el crecimiento,

incrementar la absorción de nutrientes, mejorar la tolerancia al estrés y mejora la calidad de los frutos (Van Oosten et al., 2017).

Según Nardi (et al. 2016) los bioestimulantes se obtienen a partir de diferentes materiales orgánicos, sustancias húmicas (HS), sales inorgánicas, materiales orgánicos complejos, los elementos químicos beneficiosos, extractos de algas marinas, péptidos y aminoácidos, derivados de quitina y quitosano, antitranspirantes, amino ácidos y otras sustancias que contienen nitrógeno. Los bioestimulantes son productos que mejoran el desarrollo, y el crecimiento de las plantas e incrementan la producción. La composición de los bioestimulantes se basa en diferentes compuestos como aminoácidos, moléculas que forman proteínas y enzimas. Se denomina bioestimulantes a las sustancias químicas que regulan el desarrollo de las plantas. Actualmente el crecimiento y desarrollo de las plantas se manipulan con auxinas y otras hormonas. Además, con el uso de fitorreguladores del crecimiento vegetal (Bietti y Orlando, 2003). La aplicación de bioestimulantes en las plantas conduce a una mayor acumulación de nutrientes en su tejido y cambios metabólicos positivos.

Existen bioestimulantes compuestos por fitohormonas, metabólicamente activas y extractos de plantas conteniendo varias moléculas bioactivas; que

son utilizadas especialmente para incrementar el rendimiento (Rojas y Ramírez, 1987).

3.2.5. Modos y mecanismos de acción de los bioestimulantes

Según Oleg (et al. 2017) una estimulación de la fotosíntesis o la regulación descendente de una vía de señalización de estrés de la planta sin una comprensión del "modo de acción" bioquímico o molecular explícito. Los mecanismos de acción de los "bioestimulantes" es diversa y puede incluir la activación del metabolismo del nitrógeno, la liberación de fósforo de los suelos, incremento de la actividad microbiana del suelo, la inducción del crecimiento de las raíces para un mejor establecimiento de la planta, y el incremento de la tasa fotosintética.

Aun no se conoce el modo de acción de bioestimulantes es difícil de identificar, debido a que se derivan principalmente de fuentes complejas que contienen múltiples componentes bioactivos que, al unirse pueden contribuir a los efectos específicos en plantas (Ertani et al., 2011).

3.2.6. Penetración en tejidos, translocación y transformación en plantas

Oleg (et al. 2017) demostró que los aminoácidos son absorbidos rápidamente en las hojas tratadas y posteriormente se movilizan a otras

hojas. La absorción de hidrolizados de proteínas en un tejido vegetal se produce a través de la difusión de moléculas de proteínas atravesando los poros de la membrana (Kolomazník et al., 2012) y dependientes de la energía (Parrado et al., 2008).

3.2.7. Función de los bioestimulantes

Los bioestimulantes tienen diferentes funciones en las plantas, influyen en el crecimiento vegetativo y el metabolismo del nitrógeno, especialmente debido a su contenido en hormonas y otras moléculas de señalización. Un aumento significativo de la longitud raíz y la densidad, se observa a menudo en las plantas tratadas con bioestimulantes, lo que indica que estas sustancias favorece la absorción de nutrientes en las plantas a través de un aumento en el área de la superficie de absorción. Además, los bioestimulantes influyen positivamente en la expresión del gen de las enzimas que funcionan en el metabolismo de la planta primaria y secundaria (Nardi et al., 2016).

Los bioestimulantes se han utilizado en todas las etapas de la producción agrícola, incluso como tratamientos de semillas, como aerosoles foliares durante el crecimiento y en productos cosechados. Se ha informado que varios bioestimulantes estimulan el crecimiento de las plantas aumentando su metabolismo, estimulando la germinación, mejorando la tasa

fotosintética y aumentando la absorción de nutrientes, incrementado la productividad del cultivo. Los bioestimulantes también pueden mitigar los efectos negativos del estrés abiótico en las plantas y se ha observado efectos marcados de los bioestimulantes en el control del estrés hídrico, las altas y bajas temperaturas, la salinidad, las heladas, el estrés oxidativo, mecánico y químico. El alivio del estrés abiótico es quizás el beneficio más frecuentemente citado de las formulaciones bioestimulantes (Oleg et al., 2017).

Los carbohidratos, proteínas, aminoácidos y lípidos pueden aumentar la tolerancia al estrés a través de diferentes mecanismos. Los efectos de los aminoácidos sobre los flujos de iones a través de membranas se han establecido claramente, un efecto positivo en la reducción de flujo de salida de potasio inducida por NaCl. Las plantas tratadas tuvieron un mayor contenido de flavonoide. Extractos que son ricos en aminoácidos pueden jugar un papel importante en la tolerancia al frío. Las proteínas de origen vegetal mejoran el rendimiento fresco, la biomasa seca, y el peso seco de la raíz (Van Oosten et al., 2017).

La aplicación foliar de los bioestimulantes incrementan la actividad fisiológica y capacidad de fotosíntesis de las plantas debido a su contenido

de fitohormonas, vitaminas, macro y micronutrientes mejorando sustancialmente la producción (Tapia, 1983).

Los extractos de algas como bioestimulantes están surgiendo como formulaciones comerciales como una alternativa para mejorar la tolerancia a la salinidad, el calor, frío y el estrés hídrico. Los extractos de algas se dirigen a una serie de vías para aumentar la tolerancia bajo estrés (Van Oosten et al., 2017).

3.2.8. Características de bioestimulantes comerciales

3.2.8.1. Stimulate

Es un regulador del crecimiento vegetal a base de citoquinina, auxina y ácido giberélico, hormonas vegetales producidas naturalmente por las plantas. Estimula la división, diferenciación y crecimiento celular, especialmente cuando las plantas se ven afectadas por condiciones de estrés abiótico, es decir, cuando la temperatura es inferior a 20 °C o superior a 30 °C durante mucho tiempo. El control del estrés abiótico es clave para asegurar la plena expresión del potencial genético del producto contenido en cada semilla sembrada (Stoller, 2010).

Tabla 1

Composición química de Stimulate

Ingredientes	% p/p
Citoquinina (quinetina)	0,009
Ácido Indol-3-Butírico	0,005
Ácido giberélico	0,005
Ingredientes inertes	99,981

Fuente: Stoller (2010)

Ventajas de usar Stimulate

Las ventajas que presenta son las siguientes:

Además del enraizamiento rápido de esquejes y tubérculos, promueve la germinación uniforme y vigorosa de la semilla, permitiendo que los trasplantes se establezcan rápidamente. Induce el desarrollo abundante del sistema de raíces, aumenta el vigor del crecimiento de las plantas.

Provoca la formación de más flores femeninas y también promueve una mayor retención de flores, lo que permite cosechar más frutos. Ayuda a una mejor polinización, aumentando el cuajado de frutos y también, promueve una mayor retención de frutos de mayor tamaño y calidad. Mejor control de la maduración de la fruta.

Provoca la tolerancia al estrés causado por diferentes factores adversos, así mismo promueve el incremento del rendimiento, teniendo una mayor rentabilidad del cultivo (Stoller, 2010).

Momento y dosis de aplicación

Se aplica en todos los cultivos, especialmente cuando las temperaturas están por debajo de los 20 °C o por encima de los 30 °C, cuando hay poca luminosidad y en estrés hídrico. Aplicar de 0,5 a 1 L ha⁻¹ cada 14 días durante los períodos en los que la temperatura esté fuera del rango adecuado para el crecimiento del cultivo.

3.2.8.2. Puncher

Es un concentrado líquido de aminoácidos, nitrógeno, fósforo, potasio y microelementos, son absorbidos rápida y directamente por la planta, permitiendo sintetizar sus proteínas sin necesidad de consumir energía durante los procesos metabólicos del cultivo (Montana, 2017).

Tabla 2*Composición del bioestimulante Puncher*

Componente	Porcentaje
Aminoácidos Libres	12-14.5
Nitrógeno total	10,00
Fósforo (P ₂ O ₅)	6,00
Potasio (K ₂ O)	6,00
Anhídrido sulfúrico	1,30
Boro (B)	0,008
Cobre (Cu)	0,006
Hierro (Fe)	0,01
Manganeso (Mn)	0,006
Zinc (Zn)	0,006

Fuente: (Montana, 2017)

Rol

Puncher es un bioestimulante natural con aminoácidos que activa varios procesos fisiológicos y permite aumentar la tolerancia de la planta a condiciones de estrés (sequías y heladas).

Momento y dosis de aplicación

Aplicar en la etapa inicial de la floración, las aplicaciones se realizan cada 2 a 3 semanas hasta la etapa final de la floración comercial. La dosis es 1 l ha⁻¹.

3.2.8.3. Impulsor

Es un bioestimulante trihormonal con una fórmula equilibrada con aminoácidos, vitaminas, ácidos fúlvicos y nutrientes. Los ácidos fúlvicos de la fórmula tienen un efecto quelante que permite el paso y traslocación de los ingredientes hacia la planta, produciendo efectos rápidos. Este bioestimulante estimula y regula el crecimiento de las plantas.

Tabla 3

Composición del bioestimulante Impulsor

Componente	Porcentaje
Giberelinas	500 ppm
Auxinas	500 ppm
Citocininas	200 ppm
Cisteína	500 ppm
Inositol	200 ppm
Tiamina	1 100 ppm
Nitrógeno total (N)	9,00
Calcio (Ca)	0,08
Zinc (Zn)	2,00
Azufre (S)	0,80
Ácidos fúlvicos	0,40
Diluyentes y acondicionadores	86,70

Fuente: (Grupo Fagro, 2017)

Rol.

Por su balance, cada componente en forma particular y a través de sus interacciones, cuando se aplica al follaje en la etapa de crecimiento vegetativo mejora significativamente la eficiencia metabólica de las plantas, lo que permite alcanzar un follaje vigoroso y una excelente floración, amarre y cuajado de fruto (Grupo Fagro, 2017).

Momento y dosis de aplicación.

La aplicación se realiza al inicio de la floración, se debe repetir cada 2 a 3 semanas hasta el final de la etapa de floración comercial. La dosis es de 1 L ha⁻¹ (Grupo Fagro, 2017).

3.2.8.4. Agrostemin-GL

Extracto natural de alga fresca *Ascophyllum nodosum* sin aditivos artificiales (100 % natural). Certificado para uso en producción agrícola orgánica. Es un almacén naturalmente equilibrado de más de 60 componentes, incluidos macro y micronutrientes (biológicamente quelatizados por carbohidratos), aminoácidos y promotores fitohormonales biológicos de auxinas, giberelinas y citoquininas. Contiene protohormonas (Glycosilicadas) naturales encapsuladas en proteínas específicas que promueven la síntesis equilibrada de auxinas, giberelinas y citoquininas dentro de la planta, permitiendo una autorregulación efectiva en la

disponibilidad de hormonas y corrigiendo cualquier deficiencia que afecte a los diferentes procesos fisiológicos de diferenciación.

Tabla 4

Composición del bioestimulante Agrostemin – GL

Componente	Porcentaje
Materia seca	24
Materia orgánica	11 – 14
Ceniza	11 – 14
Nitrógeno total	0,25 – 0,5
Fósforo	0,25 – 0,75
Potasio soluble (KO)	3,5 – 4,0
Magnesio (Mg)	0,12- 0,19
Calcio (Ca)	0,03- 0,05
Boro (B)	325 – 350 ppm
Hierro (Fe)	413- 475 ppm
Manganeso (Mn)	377 – 379 ppm
Cobre (Cu)	33 – 40 ppm
Zinc (Zn)	513 – 525 ppm
Cobalto (Co)	0,75 ppm
Molibdeno (Mo)	25 ppm
Níquel (Ni)	0,75 ppm

Fuente: (Química Suiza Industrial del Perú SA, 2017)

Beneficios de Agrostemin-GL en las etapas fenológicas del cultivo.

Estimula la germinación y/o brotación vigorosa y homogénea en el tratamiento de semillas. Las plántulas de rotación con Stimplex-G promueven un crecimiento vigoroso y una progresión en el trasplante.

favorece el crecimiento vigoroso de la planta en el crecimiento del cultivo. Asimismo, los frutos, tubérculos, bulbos, brotes, raíces, aumentan el tamaño y la calidad. Contenido de aminoácidos, contenido de azúcar, aumento de brix, etc., incrementa el rendimiento y la calidad del cultivo. Ayuda a superar los períodos de estrés provocados por las heladas, el estrés hídrico, el ataque de plagas y/o enfermedades. En estos casos, se recomienda utilizar una dosis máxima de 0,5 L/cil.

Momento y dosis de aplicación.

Las aplicaciones en el cultivo se realizan cuando la planta presenta 4 a 6 hojas verdaderas y a las 48 horas después de cada cosecha. La dosis de aplicación es de 0,25 a 0,30 L/200 litros de agua.

3.2.8.5. Zoberaminol L-aminoácido.

Es una sustancia biológica orgánica que aumenta el rendimiento en términos de cantidad y calidad de los cultivos. Interfieren con la estimulación de la fotosíntesis, la formación de clorofila y la tolerancia del estrés causado por factores ambientales o agentes biológicos. Se trata de una fórmula líquida con la mayor concentración de L-aminoácidos, aporta macro y micronutrientes que aseguran una precisa reposición nutricional y bioestimulante de las plantas.

Asimismo, aporta aminoácidos esenciales para el normal crecimiento y desarrollo de las plantas; También ayuda a absorber, traslocar y utilizar los macro y micro elementos. Reduce la tensión superficial y aumenta la penetración de pesticidas. Se aplica en sistema de riego, en el semillero, se aplica a través del sistema de aspersión (Zoberbac SL, 2017).

Tabla 5

Composición química de Zoberaminol

Componentes	%P/P
Aminoácidos libres	12,00 p/p
Nitrógeno (N) total	6,30 p/p
Nitrógeno ureico	4,60 p/p
Nitrógeno proteico	1,70 p/p
Nitrógeno alfa-amínico	1,50 p/p
Nitrógeno orgánico	6,30 p/p
Fosforo soluble en agua (P ₂ O ₅)	0,50 p/p
Potasio (K ₂ O)	0,10 p/p
Materia orgánica total	22,00 p/p
Hierro; Manganeso	0,02 p/p
Zinc	0,06 p/p

Fuente: (Zoberbac SL, 2017)

Ventajas del uso de Zoberaminol

Estimulan la formación de sistemas hormonales ya que son coenzimas de las principales hormonas vegetales como el ácido indolacético (IAA).

Estimula la floración, fructificación y cuajado, mejora la producción de clorofila y sustancias reguladoras del crecimiento vegetal. Adelanta y uniformiza la maduración de los frutos; incrementa el contenido de azúcares, almidones, coloración y pigmentación de los frutos según corresponda (Zoberbac SL, 2017).

Momento y dosis de aplicación

Se realizan tres aplicaciones durante la campaña agrícola, la primera aplicación a los 8 a 10 días después del trasplante, la segunda en la etapa inicial de la floración y la tercera y última durante el cuajado de frutos. La dosis recomendada para el cultivo es 0,25 a 0,50 L ha⁻¹ (Zoberbac SL, 2017).

3.2.9. Fitorreguladores

Los reguladores de crecimiento o fitorreguladores son hormonas vegetales, son sustancias de origen orgánico o sintético que al ser aplicadas a las plantas en bajas concentraciones activan, estimulan, inhiben o modifican cualquier proceso fisiológico (Weaver, 1976). Regularmente, en el interior de las plantas las hormonas se desplazan de un lugar de síntesis a otro de acción (Lira, 1994).

3.2.9.1. Auxinas

Las auxinas son de origen natural y otras producidas sintéticamente. Entre las auxinas, el ácido indolacético (AIA) es el principal compuesto de producción natural, pero los más utilizados son el ácido indol butírico (AIB) y el ácido diclorofenoxiacético (2,4-D) que se producen sintéticamente, pero es muy similar al AIA y no se producen naturalmente en las plantas (Weaver, 1976).

Detallan que las concentraciones máximas de auxinas se encuentran en los meristemas apicales de crecimiento, es decir, en los ápices de las yemas, brotes, hojas y raíces (Rojas y Ramírez, 1987).

3.2.9.2. Giberelinas

Las giberelinas se sintetizan en casi todas las partes de la planta, especialmente en las hojas jóvenes. Las giberelinas se mueven rápidamente en todas direcciones a lo largo de la planta: en la xilema y el floema, a lo largo del parénquima cortical u otros tejidos parenquimatosos. Además, se pueden encontrar grandes cantidades de giberelina en embriones, semillas y frutos (Salisbury y Ross, 1994).

Las plantas tratadas con esta hormona se desarrollan más, también promueve la floración de algunas especies (Weaver, 1976). También

inducen la formación de flores, salida de la dormancia de las yema y semillas (Bryan, 1984).

3.2.9.3. Citoquininas

Existe evidencia de que las citoquininas se sintetizan en los ápices de las raíces de las plantas y desde allí se transportan a través de la xilema a toda la planta y especialmente a los órganos que están en plena etapa de crecimiento (Rojas y Ramírez, 1987).

En general, se refieren a los niveles máximos de citoquininas en los órganos jóvenes (semillas, hojas y frutos) y en el ápice de la raíz. La acumulación de citoquininas en los pecíolos implica que las hojas maduras pueden suministrar citoquininas a las hojas jóvenes y otros tejidos jóvenes a través del floema, que, por supuesto, puede sintetizar citoquininas o recibirlas de las raíces (Salisbury y Ross, 1994).

Las citoquininas presentan dos efectos, el primero estimulan la división celular y la segunda regulan la diferenciación en los tejidos cortados (Weaver, 1976).

3.3. Aminoácidos

Los aminoácidos son los componentes básicos de las proteínas y tienen otras funciones en las plantas en la regulación del metabolismo y el

transporte y almacenamiento de nitrógeno. Parece probable que vías metabólicas específicas estén asociadas con condiciones o actividades fisiológicas específicas de la planta, como el estado nutricional, el crecimiento o el desarrollo. Una función especial de los aminoácidos en una célula es la transformación y el metabolismo del nitrógeno, no la energía.

Aunque los carbohidratos forman el grupo principal de polímeros estructurales y de reserva, el grupo más importante de polímeros biológicos son sin duda las proteínas, estas moléculas son encargadas de todas las propiedades de la vida que se conocen (Cano y Rojas, 1993).

CAPITULO IV

MÉTODOS Y MATERIALES DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Tipo de investigación.

La investigación fue experimental

4.2. Localización del campo experimental.

El experimento se realizó en el Centro Experimental Agrícola (CEA) III, “Los Pichones” de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

4.3. Cultivos anteriores en el campo experimental.

Los cultivos que le antecedieron al presente trabajo fueron:

Papa (*Solanum tuberosum* L.) – Año 2018

Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) - Año 2017

4.4. Propiedades físicas y químicas del suelo.

Se realizó el análisis de suelos para determinar las propiedades químicas y físicas del campo experimental, tomando una muestra a una profundidad de 0,30 m.

Tabla 6*Análisis físico – químico del suelo experimental*

Análisis físico	Resultados
Arena (%)	46,80
Arcilla (%)	8,80
Limo (%)	44,40
Clase textural	Franco
Capacidad de campo (%)	13,12
Punto de marchitez (%)	6,56
Densidad aparente (g/cm ³)	1,35
Análisis químico	Resultados
Ph	5,19
CE. (mS/cm)	3,51
Mat. Org. (%)	0,28
Nitrógeno (%)	0,02
Fósforo (ppm)	23,80
Potasio (ppm)	600

Fuente: (Laboratorio de suelos LAQ&S, 2019)

4.5 Datos meteorológicos durante el desarrollo del cultivo.

En la tabla 7, se presentan los datos meteorológicos obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) Estación MAP Jorge Basadre Grohmann; durante el ciclo de producción del pimiento. La temperatura máxima 29,1 °C se registró en el mes febrero del 2019, mientras que la temperatura mínima 12,9 °C se registró en el mes mayo del 2019. La humedad relativa máxima se presentó en mayo con 83 %, la mínima fue registrada en diciembre del 2019 con 70 %.

Tabla 7

Datos meteorológicos durante el periodo de cultivo (2018 – 2019)

MESES	AÑO	TEMPERATURA		HUMEDAD	PRECIPITACIÓN
		(%)		RELATIVA	mm/día
		Máx.	Mín.	(%)	
Noviembre	2018	25,70	15,30	75	0,30
Diciembre	2018	26,90	16,00	70	0,00
Enero	2019	28,10	18,00	73	14,20
Febrero	2019	29,10	19,00	74	8,30
Marzo	2019	27,40	16,60	76	0,00
Abril	2019	24,70	15,40	78	0,20
Mayo	2019	21,90	12,90	83	0,40

Fuente: (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, 2019)

4.6. Material experimental.

Como material experimental se utilizó plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.), cultivar Candente, y los bioestimulantes.

4.7. Los tratamientos.

Fueron los siguientes bioestimulantes:

- to: Stimulate

- t₁: Puncher
- t₂: Impulsor
- t₃: Agrostemin – GL
- t₄: Zoberaminol

Tabla 8

Características de los bioestimulantes en estudio

Bioestimulante	Componentes	Dosis	Momentos de aplicación
Stimulate	Citoquinina	0,50L/Ha	Al trasplante
	Ácido Indol-3-Butírico Ácido Giberelico		Repetir la aplicación por 5 veces cada 20 días
Puncher	Aminoácidos Libres	1,00L/200 L	Trasplante (01 vez)
	Nitrógeno total Fósforo (P2O5) Potasio (K2O)		Pre- floración (01 vez) Cuajado de frutos (3 veces)
Impulsor	Giberelinas Auxinas	1,00L/Ha	Aparición de las flores (01 vez) Repetir cada 2 a 3 semanas (03 veces)
	Citoquinina		hasta la última floración (01 vez)
Agrostemin - AG	Aminoácidos Auxinas	0,30L/200 L	Aparición de las flores (01 vez) Aplicar a partir de las 4 a 6 hojas verdaderas (01 vez)
	Giberelinas		dentro de las 48 horas de cada recojo (03 veces)
Zoberaminol	Citoquinina	0,50L/Ha	Primera después del trasplante de 8 a 10 días (01 vez)
	Aminoácidos libres Nitrógeno Fósforo (P2O5) Potasio (K2O)		segunda a inicio de la floración (1 vez) Tercera al cuajado de frutos (03 veces)

Fuente: Elaboración propia.

4.8. Variables de respuesta

4.8.1. Altura de planta.

La altura de planta se midió utilizando una cinta métrica, desde la superficie del suelo hasta la parte apical de la planta, en 10 plantas elegidas al azar por unidad experimental, se realizó durante la primera cosecha.

4.8.2. Diámetro polar fruto.

La longitud del fruto se midió con un vernier, colocando en los polos del fruto, se registró la medida de 10 frutos tomados al azar de 08 plantas seleccionadas al azar por unidad experimental, esta medida se realizó al momento de las cuatro cosechas.

4.8.3. Diámetro ecuatorial fruto.

El diámetro de frutos se midió con un vernier, en la parte más prominente (parte media del fruto), para lo cual se tomaron 10 frutos al azar de 08 plantas seleccionadas al azar por unidad experimental, la medición se realizó durante las cuatro cosechas.

4.8.4. Peso de fruto por planta.

Para determinar el peso de frutos se utilizó una balanza digital, se pesó todos los frutos de 08 plantas seleccionadas al azar por unidad experimental, al instante de cada cosecha.

4.8.5. Peso de fruto por unidad experimental.

Se pesó los frutos por unidad experimental durante las 04 cosechas, utilizando una balanza.

4.8.6. Rendimiento por hectárea.

El rendimiento por hectárea se determinó considerando las cuatro cosechas de cada una de las unidades experimentales, luego se transformó el peso de la unidad experimental a rendimiento por hectárea.

4.8.7. Diseño experimental.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos aleatorios, con 6 repeticiones.

4.9. Descripción del campo experimental.

4.9.1. Características del campo experimental.

- Largo : 20,00 m

- Ancho : 22,50 m
- Área total : 450,00 m²

4.9.2. Características de los bloques.

- Largo : 10,00 m
- Ancho : 7,50 m
- Área total : 75,00 m²

4.9.3. Característica de la unidad experimental.

- Largo : 10,00 m
- Ancho : 1,50 m
- Área : 15,00 m²
- Número de líneas: 5,00
- Distancia entre líneas: 1,5 m
- Distancia entre plantas: 0,30 m
- Plantas por unidad experimental: 33

4.10. Croquis del diseño experimental.

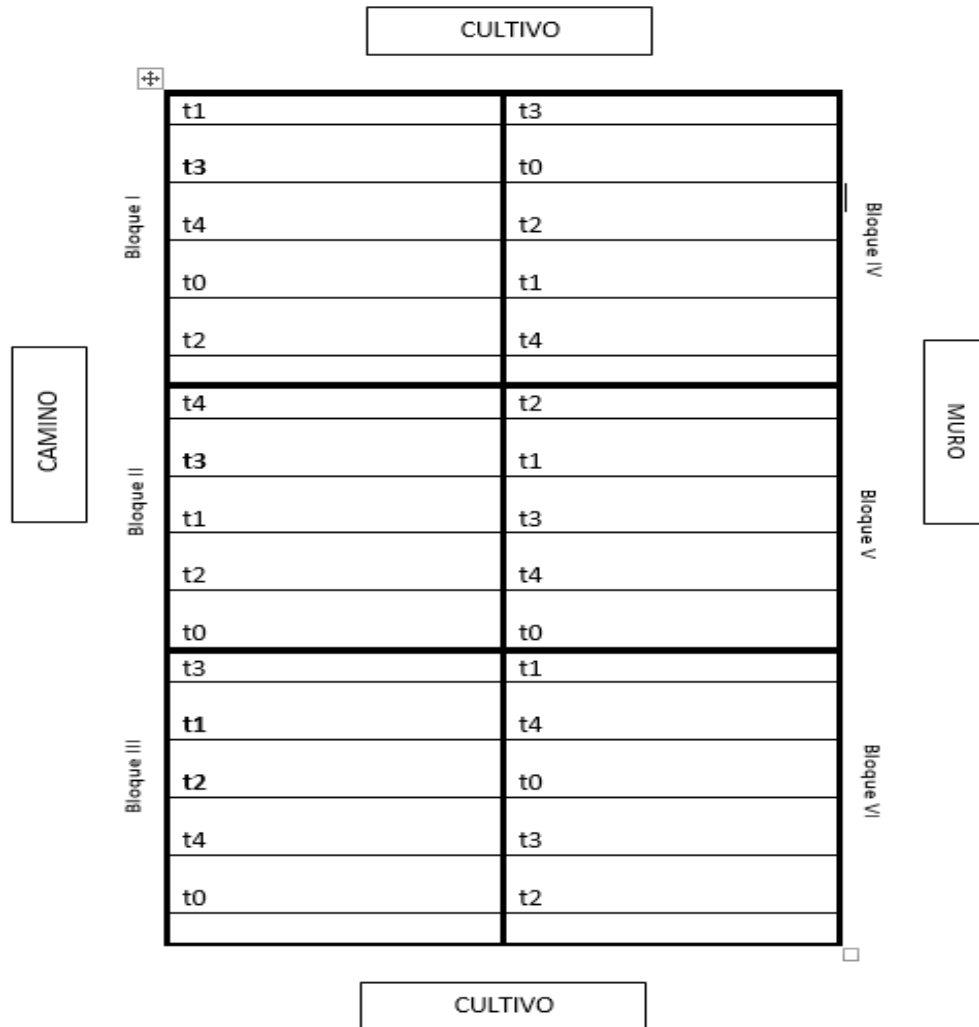


Figura 1. Croquis del campo experimental.

Fuente: Elaboración propia

4.11. Análisis estadístico

Los datos se analizaron utilizando la técnica del análisis de varianza (ANVA), la prueba estadística fue F a un nivel de significación de 5% y 1%.

Para establecer las diferencias entre promedios de los tratamientos se utilizó la prueba de significación de Duncan con un nivel de significación de 0,05.

4.12. Manejo del experimento

4.12.1 Siembra en almácigo.

La siembra del almácigo se realizó el 23 de noviembre del año 2018. Se utilizó semillas híbridas cultivar Candente. Colocando las semillas en una bandeja de polietileno de 128 celdas.

El sustrato utilizado para la siembra en almácigo fue humus de lombriz.

4.12.2 Preparación del terreno

Se realizó el 05 de enero del año 2019, roturando con tractor agrícola implementado con arado de discos y luego la ranfla para nivelar el terreno.

Luego se hicieron los surcos con un distanciamiento de 1,50 entre surcos, con una profundidad de 20 cm. con ayuda de una pala.

4.12.3 Trazado de la parcela y bloques

El trazado de la parcela y bloques se realizó el 08 de enero del 2019, con una cinta de riego tecnificado teniendo un total de 6 bloques, cada

bloque con 5 unidades experimentales. El área de cada bloque fue de 12 m².

4.12.4 Trasplante

El trasplante se realizó el 13 y 14 de enero del 2019, por unidad experimental, se trasplanto 26 plántulas a una distancia a 0,30 m.

Para realizar el trasplante el suelo y el sustrato de la bandeja estuvieron en capacidad de campo, haciéndose el trasplante en horas de la tarde y mañana.

4.12.5 Riego

El primer riego se realizó 23 de noviembre del año 2018, en la siembra en almacigo, con una regadera de 10 litros, el primer riego fue acompañado con un fungicida, mientras que los posteriores riegos fueron con agua, regándose todos los días por un periodo de 47 días.

El riego para la conducción del cultivo en la parcela experimental fue por sistema de goteo. Se utilizó cinta de marca Rodrip de un diámetro de 16 mm con distanciamiento entre gotero 0.20 m. con un caudal de 3,40 L/hr.

Se realizó el riego en la preparación del terreno, después de la incorporación de materia orgánica, con la finalidad de favorecer la descomposición de materia, realizándose los riegos diarios por 30 minutos.

4.12.6 Fertilización

La fórmula de fertilización utilizado fue: 180 N, 100 P₂O₅, 60 K₂O kg, por hectárea.

El 08 de enero se realizó la primera fertilización en la preparación del terreno se incorporó 153 kg/ha de Urea, 218 kg/ha de Fosfato Diamonico 120 kg de Sulfato de Potasio. También se aplicó como fuente de materia orgánica estiércol de equino en una cantidad de 20 t/ha.

El 06 de febrero se realizó la segunda fertilización por sistema de riego, incorporando la segunda mitad de nitrógeno con 147 kg/Ha de urea, con ayuda de un tanque fertilizador. El 15 de febrero se realizó la aplicación Calcio y Nitrógeno con Nitrato de calcio la cantidad de 10 kg/ha, utilizando el tanque fertilizador.

El 04 y 12 de marzo se realizó la tercera y cuarta aplicación de calcio con abono foliar Bas Foliar Ca líquido aplicándose en la parte foliar del cultivo la cantidad de 75 ml por 30 litros de agua, con ayuda de una mochila de 20 L.

El 19 de marzo se efectuó la aplicación de ácido húmico en la parte del cuello del cultivo la cantidad de 100 ml por 20 litros de agua.

4.12.7 Aplicación de bioestimulante

Las aplicaciones de los 05 bioestimulantes se realizaron según la etiqueta del producto comercial, siendo para el bioestimulante Puncher 1 L/200 litros de agua, Impulsor 1 L ha⁻¹, Agrostemin G-L 0,30 L/200 litros, Stimulate 0,50 L ha⁻¹ y Zoberaminol 0,500 L ha⁻¹.

En la preparación del bioestimulante se añadió el adherente Superwet con una dosis de 5 ml para 20 L de agua, con la finalidad de que el bioestimulante quede por más tiempo en el cultivo.

Para la aplicación de los bioestimulantes se utilizó una mochila de 20 litros, una jeringa y un envase de litro. Las aplicaciones se realizaron en las horas de la tarde y asperjando en todo el follaje del cultivo para que tenga una mejor asimilación.

La primera aplicación de los bioestimulantes Puncher, Zoberaminol y Agrostemin, se realizó el 17 de enero, mientras que el bioestimulante Stimulate se aplicó el 18 de enero, no se aplicó el bioestimulante Impulsor por lo mismo que en la etiqueta no se recomienda su aplicación en el trasplante. Utilizándose 3 litros de agua por cada tratamiento.

La segunda aplicación de los bioestimulantes Puncher, Zoberaminol y Agrostemin, se realizó el 13 de febrero, mientras que los bioestimulantes Stimulate e Impulsor se aplicaron el 15 de febrero. Utilizándose 5 litros de agua por cada tratamiento.

La tercera aplicación de los bioestimulantes Puncher, Zoberaminol, Stimulate e Impulsor se aplicaron el 05 de marzo, utilizando 5 litros de agua por tratamiento.

Se realizó el 21 de marzo, la cuarta aplicación de los bioestimulantes Puncher, Zoberaminol, Stimulate e Impulsor, utilizando 6 litros de agua por tratamiento.

El 10 de abril se efectuó la quinta aplicación de los bioestimulantes Puncher, Zoberaminol, Stimulate e Impulsor, utilizando 7 litros de agua por tratamiento.

El 17 de abril se implementó la tercera aplicación del bioestimulante Agrostemin - G, según las indicaciones de la etiqueta del mismo producto.

El 29 de abril y el 07 de mayo se realizaron las siguientes aplicaciones de Agrostemin – G.

4.12.8 Control de maleza

El primer control de las malezas se realizó el 08 de enero, en forma manual, con ayuda de una picota y rastrillo.

El segundo control de malezas se efectuó el 18 de enero en forma manual, por la presencia misma de las malezas que se encontraron en la base del surco.

4.12.9 Control de plagas y enfermedades

a) Control de plagas

El 21 y 28 de enero se aplicaron los insecticidas Abamex, Ciperhex y Lancer, con una dosis de 10 ml del insecticida por una mochila de 10 litros.

El 03 y 09 de febrero se aplicaron el fungicida Pantera (azufre), con ayuda de unos pantis, para el control del conejo y mosca blanca.

El 15 de febrero se aplicaron los insecticidas Abamex, Ciperhex y Lancer, con una dosis de 20 ml del insecticida por una mochila de 20 litros.

El 22 de febrero y 01 de marzo se aplicaron los insecticidas Abamex, Ciperhex y Lancer, con una dosis de 30 ml del insecticida por 30 litros de agua, también se aplicó el insecticida Sunfire, con una dosis de 15 ml para 30 litros de agua.

El 15 de marzo se aplicaron los insecticidas Abamex, Ciperhex, Lancer y Oberts con una dosis de 30 ml del insecticida por 30 litros de agua. También se aplicó el insecticida Proclaim con una dosis de 10 gr por 20 litros de agua.

El 22 de marzo se aplicaron los insecticidas Ciperhex, Oberts y Lancer con una dosis de 30 ml de insecticida por 30 litros de agua. También se aplicaron Sunfire y Magister en una dosis de 15 ml por 30 litros de agua. Todo acompañado del adherente Superwet con una dosis de 15 ml por 30 litros de agua.

El 29 de marzo se aplicaron los insecticidas de nombre comercial Ciperhex, Lancer y Abamex con una dosis de 30 ml de insecticida por 30 litros de agua. También se aplicaron Sunfire y Magister en una dosis de 15 ml por 30 litros de agua. Todo acompañado del adherente Superwet con una dosis de 15 ml por 30 litros de agua.

El 02 de abril se aplicó el insecticida Oberts con una dosis de 30 ml por 30 litros de agua.

b) Control de enfermedades

El 08 de enero se aplicó el fungicida Rizolex, con la dosis de 10 gr por 10 litros de agua.

El 04 de marzo se aplicó el fungicida Vitavax, la cantidad de 150 gr por una mochila de 30 litros de agua; con ayuda de una mochila de 20 litros.

El 12 de marzo se aplicó el fungicida Hieloxil, la cantidad de 80 gr por una mochila de 20 litros de agua, en la parte del cuello de la planta. También se empleó el fungicida Bayfidan la cantidad de 25 ml por una mochila de 20 litros de agua, en la parte foliar de la planta.

El 19, 26 y 27 de marzo se aplicó el fungicida Bayfidan la cantidad de 20 ml por una mochila de 20 litros de agua en la parte foliar de la planta.

El 03 de abril se aplicó el fungicida Hieloxil, la cantidad de 40 gr por una mochila de 10 litros de agua, en la parte del cuello de la planta. También se aplicó el fungicida Silvacur la cantidad de 25 ml por una mochila de 20 litros de agua, en la parte foliar de la planta.

El 09 de abril se aplicó los fungicidas Silvacur y Bayfidan la cantidad de 20 ml por una mochila de 20 litros.

4.12.10 Cosecha

Se realizaron 05 cosechas, cuando el fruto se ha desarrollado completamente en tamaño, una coloración roja sobre el color verde del fruto y piel brillante. Los pimientos se cosecharon a mano desprendiendo con cuidado el fruto de la planta, almacenándose en una jaba para luego ser

pesado por unidad experimental. También se empleó unas bolsas de plástico de kilo para separar los frutos por planta a evaluar.

El 15 de abril del 2019 se realizó la primera cosecha, el 25 de abril, la segunda cosecha, el 03 de mayo, la tercera cosecha, el 09 de mayo y el 15 de mayo se realizaron la quinta y la sexta cosecha.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 Altura de planta

Tabla 9

Análisis de varianza de altura de planta (cm) de pimiento morrón (Capsicum annuum L.) cv. Candente

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	F.C	F α		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	5	153,89	30,77	3,19	2,71	4,10	*
Tratamientos	4	106,73	26,68	2,76	2,86	4,43	NS
Error exp	20	192,76	9,63				
Total	29	453,34					

C.V.=5,89%

*=Significativo

NS=No significativo

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9, el análisis de varianza indica que hay diferencias significativas entre bloques, por tanto, el diseño empleado fue el adecuado y para los tratamientos no existe diferencias significativas, por lo tanto, los promedios de altura de planta fueron estadísticamente similares entre los tratamientos utilizados.

El coeficiente de variación fue de 5,89 %.

5.2 Diámetro polar de frutos.

Tabla 10

Análisis de varianza diámetro polar de fruto (cm) en pimiento morrón (Capsicum annuum L.) cv. Candente

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	F.C	F α		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	5	2,59	0,52	5,66	2,71	4,10	NS
Tratamientos	4	1,15	0,29	3,14	2,86	4,43	*
Error exp	20	1,83	0,09				
Total	29	5,58					

C.V.=4,75%

*=Significativo

NS=No significativo

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 10, el análisis de varianza indica que no hay diferencias significativas entre bloques, para los tratamientos se encontró que existe diferencias significativas, por lo tanto, uno de los bioestimulantes influyó en diámetro polar de frutos.

El coeficiente de variación es de 4,75 % campo.

Tabla 11

Prueba de significación de Duncan diámetro polar fruto (cm) en pimiento morrón (Capsicum annuum L.) para los tratamientos

O.M.	Tratamientos	Promedio (cm)	Significación 0.05	
1°	t4 Zoberaminol	6,65	a	
2°	t1 Puncher	6,45	a	b
3°	t0 Stimulate	6,45	a	b
4°	t3 Agrostemin – GL	6,20	b	
5°	t2 Impulsor	6,10	b	

Fuente: Elaboración propia.

La prueba de significación de Duncan, tabla 11, muestra que los bioestimulantes Zoberaminol, Puncher y Stimulate con promedios de 6.65 y 6,45 cm de diámetro polar fruto de pimiento morrón, respectivamente, estadísticamente son similares y superiores a los demás tratamientos.

En los últimos lugares se ubican los bioestimulantes Agrostemin GI e Impulsor con promedios de 6,20 y 6,10 cm respectivamente similares.

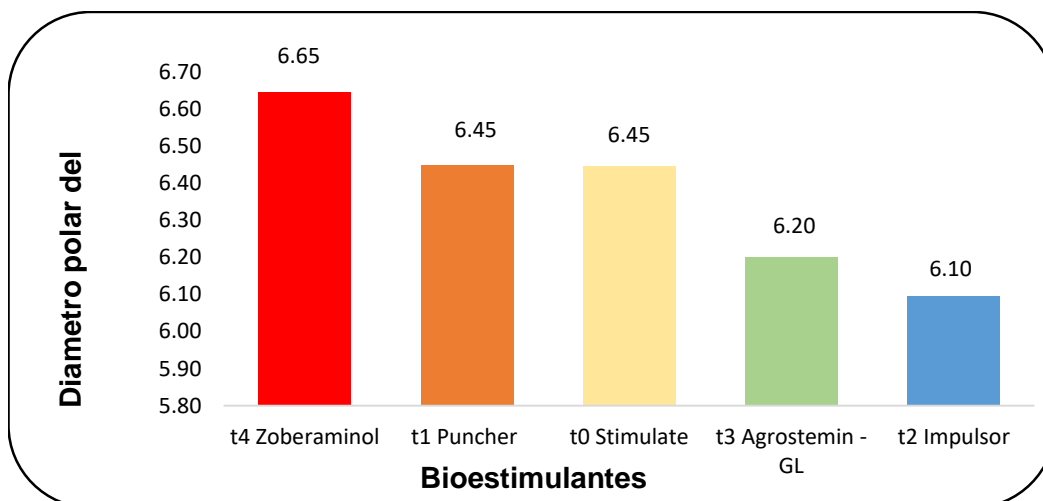


Figura 2: Diámetro polar fruto (cm) en pimiento morrón (*Capsicum annuum* L) cv. Candente, según los bioestimulantes.

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Diámetro ecuatorial fruto.

Tabla 12

Análisis de varianza de diámetro ecuatorial fruto (cm) en pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) cv. Candente

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	F.C	F α		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	5	1,50	0,30	3,27	2,71	4,10	*
Tratamientos	4	0,47	0,12	1,29	2,87	4,43	NS
Error exp	20	1,84	0,09				
Total	29	3,82					

C.V.=3.55%

*=Significativo

NS=No significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12, la prueba de F indica que hay diferencias significativas entre bloques, por tanto, el diseño empleado fue el adecuado y para los tratamientos se observa que no existen diferencias significativas. Por lo tanto, los promedios en el diámetro ecuatorial de fruto fueron estadísticamente similares debido a los tratamientos utilizados. El coeficiente de variación fue de 3,55 %.

5.4 Peso de fruto por planta.

Tabla 13

Análisis de varianza peso de frutos por planta (kg) de pimiento morrón (Capsicum annuum L.) cv. Candente

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	F.C	FC		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	5	50,87	10,17	1,31	2,71	4,10	NS
Tratamientos	4	33,49	8,37	1,08	2,87	4,43	NS
Error exp	20	155,03	7,75				
Total	29	239,39					

C.V.=19.91% NS=No significativo

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza de peso de frutos por planta, tabla 13, indica que no hay diferencias significativas entre bloques y entre los tratamientos, por

lo tanto, los promedios de peso de frutos por planta fueron estadísticamente similares entre los tratamientos utilizados.

El coeficiente de variación fue de 19,91%.

5.5 Peso de fruto por unidad experimental

Tabla 14

*Análisis de varianza para peso de frutos por unidad experimental (kg) de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) cv. Candente.*

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	F.C	F α		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	5	380,58	76,12	1,45	2,71	4,10	NS
Tratamientos	4	898,51	224,63	4,27	2,86	4,43	*
Error exp	20	1050,91	52,55				
Total	29	2329,99					

C.V.= 14,70%

*=Significativo

NS=No significativo

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 14, el análisis de varianza de peso de frutos por unidad experimental indica que no hay diferencias significativas entre bloques, para los tratamientos existe diferencias significativas; por lo tanto, hay diferencias reales entre los promedios de peso de frutos por unidad experimental debido a los tratamientos utilizados.

El coeficiente de variación fue de 14,70 %.

Tabla 15

Prueba de significación de Duncan Peso de frutos por unidad experimental (kg) en pimiento morrón (Capsicum annuum L.) cv. Candente para los tratamientos.

O.M.	Tratamientos	Promedio (Kg)	Significación
1°	t3 Agrostemin GL	59,50	A
2°	t4 Zoberaminol	50,00	B
3°	t2 Impulsor	46,70	B
4°	t0 Stimulate	46,40	B
5°	t1 Puncher	43,90	B

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15 la prueba de significación de Duncan muestra que el bioestimulante Agrostemin GL, con un promedio de 59.5 kg de peso de frutos por unidad experimental fue superior estadísticamente a los demás tratamientos.

Los bioestimulantes Zoberaminol, Impulsor, Stimulate y Puncher con promedios de 50,00, 46,79, 46,40 y 43,90 kg de peso de fruto por unidad experimental, respectivamente, fueron estadísticamente similares e inferiores.

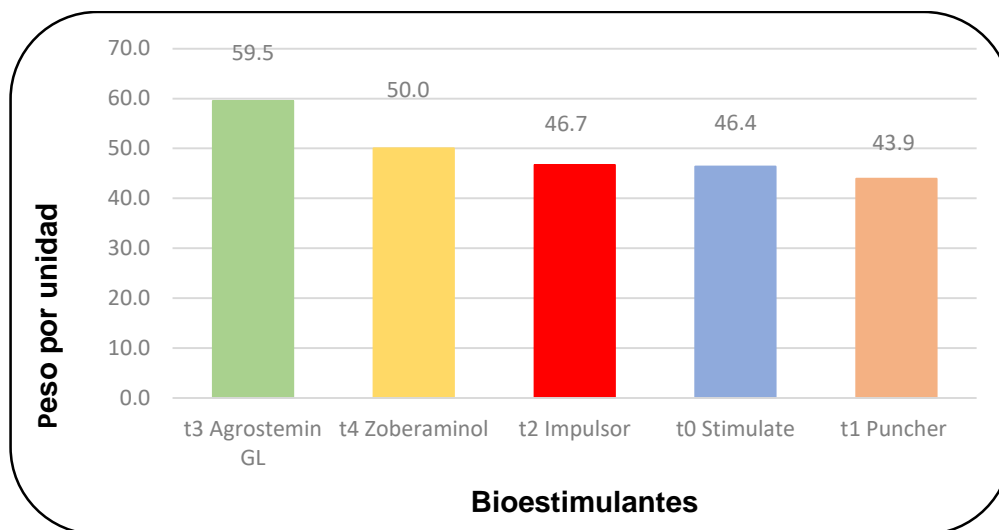


Figura 3: Peso de frutos por unidad experimental (kg) de planta de pimiento morrón (*Capsicum annum L.*) cv. Candente, según los bioestimulantes.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3, se puede apreciar la superioridad en peso de frutos por unidad experimental (kg) debido a la aplicación del bioestimulante agrostemin GL alcanzando un promedio de 59, kg. Por lo tanto, se deduce que agrostemin GL mejora el desarrollo de frutos con relación a los demás bioestimulantes.

Los bioestimulantes que le siguen son; Zoberamino con un promedio de 50 kg, Impulsor con un promedio de 46.7 kg, Stimulate con un promedio 46.4 kg y Puncher con un promedio 43.9 kg.

5.6 Rendimiento por hectárea (t/ha)

Tabla 16

Análisis de varianza para el rendimiento (t/ha) de pimiento morrón

(Capsicum annuum L.) cv. Candente

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	F.C	FC		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	5	264,29	52,86	1,45	2,71	4,10	NS
Tratamientos	4	623,96	155,99	4,27	2,86	4,43	*
Error Exp.	20	729,80	36,49				
Total	29	1618,05					

C.V.=14,70% *=Significativo NS=No significativo

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 16, el análisis de varianza indica que no hay diferencias significativas entre bloques, por tanto, no influyo en la toma de datos por ser similares. Para los tratamientos nos indica que existen diferencias significativas, por tanto, por lo menos uno de los bioestimulantes es diferente en rendimiento por hectárea de frutos de pimiento.

El coeficiente de variación es de 14,70 %.

Tabla 17

Prueba de significación de Duncan para el rendimiento (t/ha) de planta de pimiento morrón (Capsicum annuum L.) cv. Candente para los tratamientos.

O.M.	Tratamientos	Promedio (t/ha)	Sig. 0,05
1°	t3 Agrostemin - GL	49,60	a
2°	t4 Zoberaminol	41,70	b
3°	t2 Impulsor	38,90	b
4°	t0 Stimulate	38,60	b
5°	t1 Puncher	36,60	b

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 17, la prueba de significación de Duncan muestra que en primer lugar para rendimiento se encuentra el bioestimulante Agrostemin GL con un promedio de 49.6 t/ha, siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos.

Los bioestimulante Zoberaminol, Impulsor, Stimulate y Puncher con rendimientos 41,7; 38,9; 38.6; 38,6 t/ha respectivamente, estadísticamente similares.

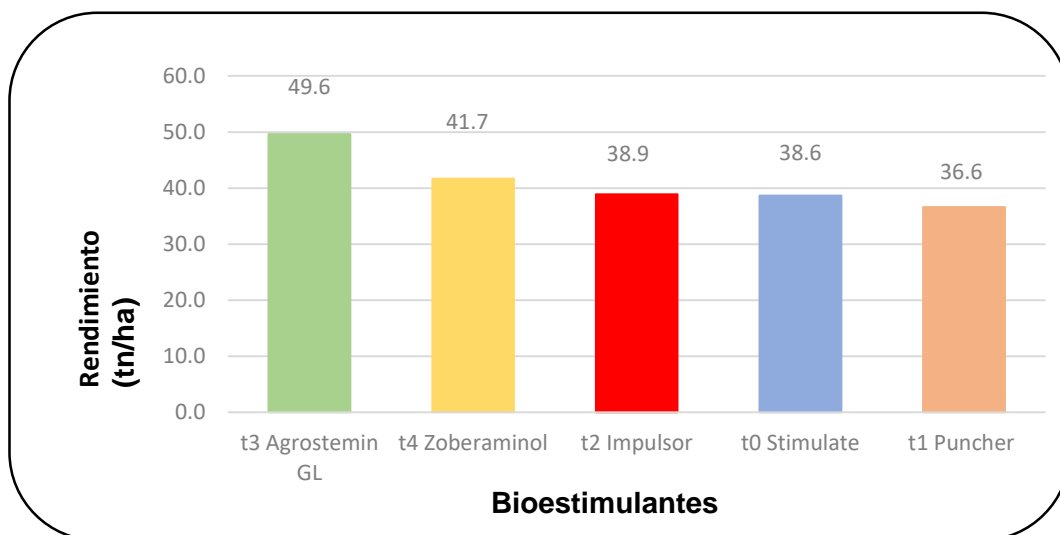


Figura 4. Rendimiento por hectárea (t/ha) de planta de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.), según los bioestimulantes.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 4 se aprecia que el bioestimulante Agrostemin GL mejoró el rendimiento con un promedio de 49,60 t/ha de frutos de pimiento.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN

6.1. Altura de planta (cm)

En relación a la altura de la planta se observa que las aplicaciones de los bioestimulantes en las etapas de desarrollo fenológico de la planta no causaron un mayor efecto en la altura de la planta, según datos por Cabrera (et al. 2019) reportan que a partir de las aplicaciones de Enerplant, Vitazyme y Bayfolan, resultaron significativamente similares y superiores al testigo en un 8,81% como promedio a los 15 días después del trasplante y 10,22% como promedio a los 45 días después del trasplante.

Por otro lado, al mostrar la ausencia de diferencias entre los distintos bioestimulantes, y dicho sea de paso con presencia de distintos ingredientes, no permite revelar que la aportación nutricional de cada producto bioestimulante permitió un desarrollo eficaz y con el mismo nivel de intensidad, por lo que sostendría que independientemente de su composición los productos bioestimulantes permiten un óptimo desarrollo vegetativo sin que destaque uno por encima de los demás. Como soporte a este argumento tenemos que los compuestos de cada bioestimulantes presentan hormonas, aminoácidos y micronutrientes esenciales que permiten un adecuado desarrollo, destacándose el bioestimulante

Agrostemin GL por presentar un origen netamente natural, (Stoller, 2010; Montana, 2017; Grupo Fagro, 2017; Zoberbac SL, 2017).

6.2. Diámetro polar de frutos (cm)

De acuerdo a los resultados con respecto al diámetro polar de fruto con aplicación de bioestimulante Zoberaminol tuvo el mayor promedio con 6,65 cm los tratamientos con bioestimulantes Puncher Stimulate son estadísticamente similares, seguido de Agrostemin – GL e Impulsor que también son estadísticamente similares, pudiéndose observar que es mayor al testigo. Beyquer (2016) reportó en su ensayo realizado en el CEA III, los Pichones Tacna utilizando el cultivar Candente, encontró diferencias altamente significativas en los tratamientos, obteniendo un mayor diámetro el bioestimulante Triggrr foliar con un promedio de 7,88 cm y prevé que fue por el alto contenido de citoquininas. Por su parte Van Oosten (et al. 2017), sostiene que podría atribuírsele al contenido del bioestimulante por que mejora la absorción de nutrientes, estimula el crecimiento, mejora la tolerancia al estrés y mejora la calidad de los frutos.

Oleg (et al. 2017) propone que podría deberse a la activación del metabolismo del nitrógeno y la solubilidad del fósforo de los suelos, la estimulación microbiana del suelo, estimulación del crecimiento de las raíces y mejoran el establecimiento de la planta.

De acuerdo a las características del bioestimulante Zoberaminol podría estar actuando estimulando la síntesis de auxinas en altas concentraciones, lo cual causaría una alta división celular y un rápido alargamiento de frutos, tal como sostiene Zoberbac (2017), que permite la formación de principales sistemas hormonales.

6.3. Diámetro ecuatorial del fruto (cm)

En relación al diámetro ecuatorial fruto se observa que las aplicaciones de los bioestimulantes en el desarrollo vegetativo no causaron diferencias. Según Beyquer (2016) en la investigación, Efecto de cuatro Bioestimulantes en el rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum L.*) cultivar candente los resultados de las aplicaciones de los cuatro bioestimulantes Agrocimax plus, Triggrr Foliar, Rumba y Stimplex G mostró un efecto no significativo lo cual muestran que no hay un incremento en el ancho de frutos.

Infiriendo sobre el resultado obtenido, se podría afirmar que los diversos bioestimulantes presentan como ingredientes activos aminoácidos, hormonas, macro y micronutrientes que permiten una adecuada formación y maduración de frutos. Así mismo de acuerdo al análisis realizado se podría sostener que todos los bioestimulantes tuvieron un efecto similar en

cuanto al llenado de fruto, lo cual permite una formación uniforme en diámetro con características comerciales adecuadas.

6.4. Peso de frutos por unidad experimental (unidad)

De acuerdo a los resultados con respecto al peso de frutos por unidad experimental podemos apreciar que, sí causaron un mayor efecto en peso de fruto por unidad experimental, con aplicación del bioestimulante Agrostemin GL tuvo el mayor promedio con 59,50 kg. Según Cabrera (2011) los bioestimulantes Vitszyme, Bayfolan Forte y Enerplant produjeron un efecto positivo en las características externas y en la calidad de los frutos, las plantas tratadas con estos bioestimulantes produjeron pimientos de mayor peso, diámetro y longitud.

6.5. Rendimiento (t/ha)

En relación a los resultados, el bioestimulante Agrostemin GL causó un efecto positivo en el rendimiento logrando el mayor promedio con 49,60 t/ha. Según Cabrera (et al., 2019) reportan que la aplicación del bioestimulante causó efectos positivos en el rendimiento en plantaciones de pimiento en invernadero, obteniendo un mayor rendimiento y superando al control en 2,58 kg/m², mientras que los bioestimulantes Vitazyme y Bayfolan Forte superan al control en menor medida.

Rodríguez (et al., 2013) reportan que la aplicación del bioestimulante del crecimiento quitosana permitió elevar el rendimiento en todos los tratamientos, superando al control. Todos los tratamientos incrementaron su rendimiento, sin embargo, el mejor resultado se obtuvo con la dosis 0,30 g/ha; evidenciando que la aplicación del bioestimulante incrementa los rendimientos agrícolas. Asimismo, Nina (2016) reporta que el cultivar candente obtuvo el mayor promedio con la aplicación del bioestimulante Agrocimax plus con 43,91 t/ha; seguido del bioestimulante Rumba con 38,08 t/ha.

Por otra parte, Tonconi (2015) reporta que la variedad Candente con aplicación de diferentes bioestimulantes en el CEA III Los Pichones. El bioestimulante Stimulate alcanzó el mayor rendimiento con 50,77 t/ha; mientras que el producto X-Cyte obtuvo 48,61 t/ha. En este sentido, Oleg (et al. 2017) indica que los bioestimulantes, estimulan el crecimiento de las plantas, acelerando su metabolismo, mejorando la tasa fotosintética. También mencionan que los bioestimulantes aumentan la absorción de nutrientes del suelo, lo que se ve reflejado en un incremento de la productividad del cultivo. Además, pueden incluir la activación del metabolismo del nitrógeno y la rápida absorción de aminoácidos en las hojas tratadas y posteriormente se distribuye a otras hojas.

El incremento del rendimiento podría haber sido influenciado por los bioestimulantes y a las temperaturas óptimas que se registraron durante la maduración de los frutos 26 y 28 °C, según Reche (2010) las temperaturas en campo para el cultivo oscilan entre 29 y 13 °C. Al respecto, Van Oosten (et al. 2017) indica que los bioestimulantes proporcionan una serie de beneficios como una mayor tolerancia al estrés. También, observaron efectos positivos de los bioestimulantes sobre el estrés hídrico, el calor y el frío. Una protección contra el estrés abiótico es quizá el beneficio más frecuentemente citado de las formulaciones bioestimulantes (Oleg et al., 2017)

El incremento del rendimiento del pimiento morrón puede haber sido influenciado por los bioestimulantes ya que según Reche (2010) el pH óptimo es 5,50 a 6,50, siendo en campo el pH 5,19. Al respecto Van Oosten (et al. 2017) indica que los bioestimulantes proporcionan una serie de beneficios; mejoran la tolerancia al estrés, aumentan la calidad del cultivo.

Por otro lado, Nardi (et al. 2016) menciona que la aplicación de bioestimulantes para plantas conduce a un mayor contenido y acumulación de nutrientes en su tejido y cambios positivos en su metabolismo.

CONCLUSIONES

El bioestimulante que mayor efecto tuvo en el rendimiento fue Agrostemin-GI con un promedio de 49,6 t/ha del pimiento morrón, asimismo destacó en el peso de frutos por unidad experimental. Siendo superior a los demás bioestimulantes.

El bioestimulante Zoberaminol logró una mejor elongación en cuanto a diámetro polar del fruto con un promedio de 6,65 cm.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar diferentes dosis del bioestimulante Agrostemin – GL en el rendimiento de pimiento morrón en condiciones similares al Centro Experimental Agrícola III Los Pichones.
2. Realizar investigaciones para determinar la dosis y frecuencias adecuadas de uso del bioestimulante Agrostemin – GL y Zoberaminol.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, A. (2019). Comparación de tres Bioestimulantes en el rendimiento de dos variedades de pimiento (*Capsicum annuum* L) var. Candente y California Wonder, en el CEA III, Los Pichones – Tacna. (Tesis). UNJBG. Perú.
- Agraria. pe. (2018). Área de Capsicum en Lambayeque aumentó 45% entre el 2015 y 2017. <https://agraria.pe/noticias/area-de-capsicum-en-lambayeque-aumento-45-entre-el-2015-y-20-17281>
- Azcon, J. y Talon, B. (2000). *Fundamentos de la Fisiología Vegetal*. Barcelona. Editorial Interamericana. Pág. 56. <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FundamentosdeFisiologiaVegetalAzcon.pdf>
- Bryan, E., 1984. Ruptura del reposo de los tubérculos de papa. Guía de investigación. Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP-15).
- Cassanga, E. (2000). Efectos de algunos bioestimulantes en el desarrollo y crecimiento de pimiento, Trabajo de Diploma, UDG.
- Cabrera M., M., Borrero R., Y., Rodríguez F., A., Angarica B., E M; Rojas M, O. (2011). *Estudio el efecto de tres bioestimulantes en el cultivo de pimiento (Capsicum annum L) variedad atlas en condiciones de cultivo protegido*, Ciencia en su PC, (4). 32-42.

- Cano, G. y Rojas, M. (1993). *Fisiología vegetal*. 2ª. Edición R.G.S.
Bidwell. Pág. 34-38; 219-229.
<http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/fisiologiavegetalbidwell.pdf>
- Casseres, E. (1980). Producción de hortalizas. IICA, Tercera edición.
- Ertani, A. Pizzeghello, D., Baglieri, A., Cadili, V., Tambone, F., Gennari, M., Nardi, S. (2012). *Residuos agroindustriales y su actividad biológica en el maíz (Zea mays L.) metabolismo*. Diario de Exploración geoquímica 129: 103-111.
- FAGRO. (2017). Ficha técnica del bioestimulante Impulssor vegetal Bioestimulante.
- Fernández, A. (1995). Influencia del análogo de brasinoesteroide DAA-6 en el cultivo del tomate en el taller de productos bioactivos, IV Taller de brasinoesteroides (INCA), La Habana, Nov. 30-dic.
- Guzmán, O., & Limón, V. (2000). Producción de chile morrón (*Capsicum annum* L.) en la zona oriente del valle de México bajo Invernadero hidroponía. (Tesis de licenciatura). UACH. Chapingo, México. 94 p.
- Kolomazník, K., Pecha, J., Friebrová, V., Janáčková, D. y Vašek, V. (2012). *Difusión de bioestimuladores en tejidos vegetales*. Transferencia de masa de calor. 48, 1505-1512. doi: 10.1007 / s00231-012-0998-6
- Lira, R. (1994). *Fisiología vegetal*. México. Editorial Trillas.

- Maini, P. (2006). La experiencia del primer bioestimulante, basado en aminoácidos y péptidos: una breve revisión retrospectiva sobre las investigaciones de laboratorio y los resultados prácticos. *Fertilitas Agrorum*. Vol.1, 29-43. Disponible en línea en: http://fertilitasagrorum.ciec-italia.it/index_file/volumi.htm
- Mazuela A. P., Cepeda, B., & Cubillos, V. (2012). *Efecto del injerto y del bioestimulante Fartum® sobre la producción y calidad en tomate cherry*. *Rev. Idesia* (Arica), 30(3), 77-81. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292012000300010>
- MINAGRI. (2018) Anuario Estadístico de Producción Agrícola. <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuario-de-produccion-agricola>
- MONTANA. (2017). Ficha técnica del bioestimulante Incentive, bioestimulante Vegetal.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Schiavon, M. & Ertani A. (2016). *Bioestimulantes vegetales: respuestas fisiológicas inducidas por la proteína hidrolizada basan-productos y sustancias húmicas en el metabolismo de la planta*. *Rev. Sci. Agric.* 73 (1) 18-23.
- Nina, B. (2016). Efecto de cuatro bioestimulantes en el rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum* L.) cultivar candente, en el centro

- experimental agrícola III, Los Pichones – Tacna. (Tesis). UNJBG. Perú.
- Núñez, F. (1996). *El cultivo de pimientos, chiles y ajíes*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Oleg I. Yakhin, Aleksandr A. Lubyantsev, Ildus A. Yakhin & Patrick H. Brown PH, (2017). *Bioestimulantes en ciencias de las plantas: una perspectiva global*. Rev. Frontiers in Plant. Science. 7(2049) 1-36. doi: 10.3389/fpls.2016.02049
- Parrado, J., Bautista, J., Romero, E. J., García-Martínez, A. M., Friaza, V. y Tejada, M. (2008). Producción de un extracto enzimático de algarroba: uso potencial como biofertilizante. *Biorresour. Technol.* 99, 2312–2318. doi: 10.1016 / j.biortech.2007.05.029
- QSIP. (2017). Ficha técnica del bioestimulante Agrostemin - GL, Bioestimulante.
- Reche, J. (2010). *Cultivo del Pimiento Dulce en Invernadero*. Signatura Ediciones de Andalucía, S.L. 293 p.
https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160265Cultivo_Pimiento_Invernadero.pdf
- Rodríguez, R. (2013). Influencia de la quitosana en el tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill.) var. Amalia, Rev. Centro Agrícola, 40 (2) 79-84

- Rojas, M., y Ramírez, H. (1987). *Control hormonal del desarrollo de las plantas*. Primera edición, Ed. Limusa. México. 239 p.
- Salisbury, F., y Ross, C. (1994). *Fisiología Vegetal*. Primera edición. Grupo Editorial Iberoamericana. México. 759 p.
- Stoller. (2010). Boletín técnico del Stimulate. Recuperado de www.stollermexico.com
- Tonconi, F. (2015). Respuesta del cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.) variedad candente a la aplicación de diferentes bioestimulantes en el CEA III Los Pichones". (Tesis). UNJBG. Perú.
- Tapia, A. (1983). Evaluación de 4 niveles de biol en varios cultivares. Cumbayá Pichincha. (Tesis de grado). Universidad Central de Quito. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Quito, Ecuador.
- Ugás, R., Siura, S., Delgado de la Flor, F., Casas, A., Toledo, J. (2000) Salas Hortalizas Datos Básicos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. Pág. 85.
- Van Oosten, Olimpia P, De Pascale S, Silletti S y Maggio A, *El papel de los bioestimulantes y bioefectores como mitigadores del estrés abiótico en plantas de cultivo*. Rev. Chem. Biol. Technol. Agric. Vol. 4(5)1-12. DOI 10.1186 / s40538-017-0089-5
- Weaver, R. (1976). *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura*. Editorial Trillas, México. 622 pag.

ANEXOS

Anexo 1: Altura de planta (cm)

Tratamientos	Repeticiones						Prom (y,j)
	r1	r2	r3	r4	r5	r6	
t0	47,63	52,56	49,38	55,19	49,69	56,50	51,82
t1	30,75	50,13	50,88	55,75	47,19	53,00	47,95
t2	51,75	53,25	52,50	53,38	52,81	48,50	52,03
t3	40,13	42,50	47,88	53,13	49,56	47,13	46,72
t4	54,00	46,88	54,69	52,31	52,19	54,25	52,39
Prom (yi,)	44,85	49,06	51,06	53,95	50,29	51,88	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Diámetro polar de fruto (cm)

Tratamientos	Repeticiones						Prom (y,j)
	r1	r2	r3	r4	r5	r6	
t0	7,03	5,82	6,88	6,73	6,00	6,20	6,45
t1	6,99	6,19	6,62	6,48	6,07	6,35	6,45
t2	7,18	6,43	5,54	6,16	5,60	5,68	6,10
t3	6,66	6,17	6,00	6,48	5,98	5,92	6,20
t4	6,94	6,61	6,59	6,45	6,56	6,74	6,65
Prom (yi,)	6,96	6,24	6,32	6,46	6,04	6,18	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Diámetro ecuatorial de fruto (cm)

Tratamientos	Repeticiones						Prom (y,j)
	r1	r2	r3	r4	r5	r6	
t0	9.02	8.44	8.75	8.37	8.33	8.25	8.53
t1	9.12	8.29	8.56	8.55	8.32	8.78	8.60
t2	8.62	8.72	7.59	8.25	8.30	8.23	8.28
t3	9.07	8.48	9.11	8.37	8.14	8.25	8.57
t4	9.21	8.75	8.00	8.53	8.57	8.75	8.64
Prom (yi,)	9.01	8.53	8.40	8.42	8.33	8.45	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Peso de frutos por planta (kg)

Tratamientos	Repeticiones						Prom (y.j)
	r1	r2	r3	r4	r5	r6	
t0	21.30	11.86	12.52	15.75	10.49	15.90	14.64
t1	7.70	13.18	13.24	15.77	11.26	14.28	12.57
t2	16.11	14.13	9.21	14.70	12.93	10.62	12.95
t3	18.89	16.32	14.21	12.50	13.57	10.66	14.36
t4	16.48	17.59	15.40	15.61	14.40	12.80	15.38
Prom (yi.)	16.10	14.62	12.92	14.86	12.53	12.85	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Peso de frutos por unidad experimental (kg)

Tratamientos	Repeticiones						Prom (y.j)
	r1	r2	r3	r4	r5	r6	
t0	21,30	11,86	12,52	15,75	10,49	15,90	14,64
t1	7,70	13,18	13,24	15,77	11,26	14,28	12,57
t2	16,11	14,13	9,21	14,70	12,93	10,62	12,95
t3	18,89	16,32	14,21	12,50	13,57	10,66	14,36
t4	16,48	17,59	15,40	15,61	14,40	12,80	15,38
Prom (yi.)	16,10	14,62	12,92	14,86	12,53	12,85	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6: Rendimiento (t/ha)

Tratamientos	Repeticiones						Prom (y.j)
	r1	r2	r3	r4	r5	r6	
t0	43,53	36,81	41,78	37,33	35,23	37,16	38,64
t1	26,42	37,76	37,19	44,13	36,74	37,46	36,62
t2	47,64	41,45	37,04	36,44	37,21	33,47	38,88
t3	66,67	57,21	38,65	42,22	44,55	48,41	49,62
t4	45,45	49,04	40,40	38,38	37,69	39,10	41,68
Prom (yi.)	45,94	44,45	39,01	39,70	38,28	39,12	

Fuente: Elaboración propia

17/12/2019. Siembra del pimiento var. Candente en almacigo



13/01/2019. Trasplante del pimiento a la parcela.



13/01/2019. Marco de plantación 0.30m x 1.5 m



13/01/2019. Riego de las plántulas trasplantadas del pimiento var. Candente



21/01/2019. Letrero de la diferenciación de los tratamientos en la parcela



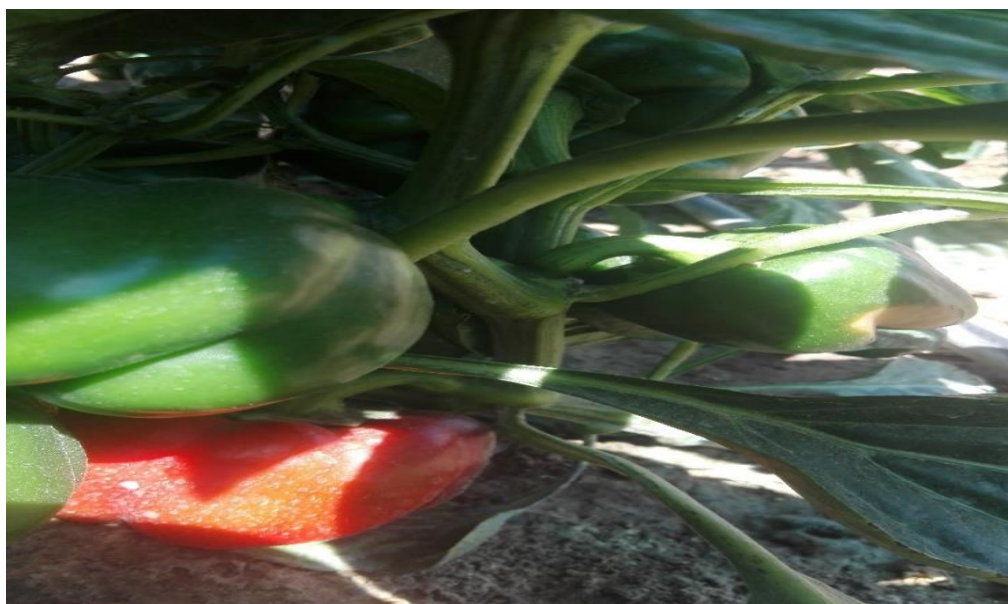
14/03/2019. Floración del pimiento var. Candente



14/03/2019. Colocación del letrero con todos los datos de la tesis en mención.



24/03/2019. Primera pigmentación del fruto de pimiento



15/04/2019. Cosecha del pimiento var. candente



15/04/2019. Toma de datos de los frutos cosechados



15/04/2019. Peso de frutos del pimiento var. Candente.



15/04/2019. Peso de los frutos del pimiento var. Candente.



15/04/2019. Peso de un fruto de pimiento var. Candente



15/04/2019. Medida de la altura del fruto del pimiento var. Candente



17/05/2019. Los 05 bioestimulantes que se utilizaron en la investigación.

