

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

**RENDIMIENTO DE TOMATE VAR. GALILEA (*Lycopersicum
esculentum* Mill.) CON CUATRO BIOESTIMULANTES
EN LA LOCALIDAD DE CERRO BLANCO
CALANA-TACNA**

TESIS

Presentada por:

Bach. TONY ROLANDO MAMANI LLANOS

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN- TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias


Escuela Profesional de Agronomía

TESIS

**RENDIMIENTO DE TOMATE VAR. GALILEA (*Lycopersicum
esculentum* Mill.) CON CUATRO BIOESTIMULANTES
EN LA LOCALIDAD DE CERRO BLANCO
CALANA-TACNA**

**TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 10 DE FEBRERO DEL 2022,
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:**

PRESIDENTE:


MSc. Aristides Choquehuanca Tintaya

SECRETARIO:


Dr. Oscar Octavio Fernández Cutire

VOCAL:


MSc. Nivardo Núñez Torreblanca

ASESOR:


MSc. Magno Santos Robles Tello

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, quien me guía e ilumina mi camino, y me da salud y felicidad para trabajar continuamente en el logro de mis metas de vida. A mis padres por darme la vida y educación, en especial por su apoyo incondicional para lograr mis metas.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a mi Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Escuela Profesional de Agronomía por acogerme durante mis cinco años como estudiante.

Agradezco a los catedráticos de la Escuela Profesional de Agronomía por su conocimiento y experiencia, y estoy seguro que me ayudaran en el desempeño de mi actividad profesional.

A mis padres, Sr. Rolando Mamani y Sra. Marcela Llanos, por sus enseñanzas, consejos, apoyo y sobre todo su amor incondicional.

Agradezco al jurado calificador, por su revisión y consejos en la culminación de la presente tesis.

Al MSc. Magno Santos Robles Tello, por su asesoría, por sus consejos, recomendaciones y valoraciones en la preparación, implementación y redacción de esta investigación.

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	
1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.2. Formulación del problema	6
1.3. Justificación.....	6
CAPÍTULO II: OBJETIVO E HIPÓTESIS	
2.1. Objetivo	8

2.2. Hipótesis.....	8
2.3. Variables	8
2.3.1. Variable independiente	8
2.3.2. Variable dependiente	8
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO	
3.1. Antecedentes.....	9
3.2. Hormonas o fitohormonas	11
3.2.1. Auxinas	12
3.2.2. Giberelinas.....	15
3.2.3. Citoquinina	18
3.3. Bioestimulantes	20
3.3.1. Categorías o clasificación de los bioestimulantes	21
3.4. Bioestimulantes comerciales	29
3.4.1. Basfoliar algae	29
3.4.2. Aminophyllum total.....	31
3.4.3. Aminomar.....	32
3.4.4. Humimar	34
3.5. Cultivo de tomate.....	35
3.5.1. Origen	35
3.5.2. Taxonomía	35

3.5.3. Morfología de la planta de tomate	36
3.5.4. Etapas fenológicas	38
3.5.5. Condiciones agroclimáticas	39
3.5.6. Materia orgánica	41
3.5.7. Abonado de tomate	41
3.5.8. Fertilización	42
3.5.9. Riego.....	44
3.5.10. Plagas del tomate	45
3.5.11. Enfermedades del tomate.	47

CAPÍTULO IV: MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Tipo de investigación.....	49
4.2. Ubicación.....	49
4.3. Historial del área de estudio	50
4.4. Características edáficas del campo experimental	51
4.5. Agua de riego del campo experimental	51
4.6. Situación climática.....	52
4.7. Material experimental	52
4.8. Tratamientos de estudio	53
4.9. Variables de respuesta.....	53
4.10. Diseño experimental.....	55

4.11. Características del campo experimental:.....	55
4.12. Aleatorización de tratamientos	57
4.13. Análisis estadístico:	58
4.14. Conducción de cultivo:	58
CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
5.1. Peso promedio de fruto (g).....	63
5.2. Diámetro polar del fruto (mm).....	66
5.3. Diámetro ecuatorial de fruto (mm).....	67
5.4. Número de racimos florales por planta (unid.).....	70
5.5. Peso de fruto por unidad experimental (kg).....	72
5.6. Rendimiento por hectárea (t/ha)	73
CONCLUSIÓN	78
RECOMENDACIONES.....	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
ANEXOS.....	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Algunos fitorreguladores auxínicos de uso agrícola.....	15
Tabla 2.	Composición química de Basfoliar algae	30
Tabla 3.	Dosis y épocas de aplicación de Basfoliar algae	31
Tabla 4.	Composición química del Aminophyllum total.....	32
Tabla 5.	Dosis y época de aplicación de Aminophyllum total	32
Tabla 6.	Composición química de Aminomar.....	33
Tabla 7.	Dosis y época de aplicación de Aminomar	33
Tabla 8.	Composición química de Humimar	34
Tabla 9.	Dosis y época de aplicación de Humimar	34
Tabla 10.	Características físicas - químicas del suelo experimental	51
Tabla 11.	Datos meteorológicos registrados durante el ciclo del cultivo.....	52
Tabla 12.	Análisis de varianza del peso promedio de fruto.....	63
Tabla 13.	Prueba de Tukey para peso promedio de frutos	64
Tabla 14.	Análisis de varianza para el diámetro polar del fruto	66
Tabla 15.	Prueba de Tukey para diámetro polar del fruto.....	66

Tabla 16. Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial del fruto	67
Tabla 17. Prueba de Tukey para diámetro ecuatorial del fruto	68
Tabla 18. Análisis de varianza de número de racimos florales por planta	70
Tabla 19. Prueba de Tukey para número de racimos florales por planta	70
Tabla 20. Análisis de varianza para el peso de fruto por unidad experimental	72
Tabla 21. Prueba de Tukey para el peso de fruto por unidad experimental	72
Tabla 22. Análisis de varianza para el rendimiento por hectárea....	73
Tabla 23. Prueba de Tukey para el rendimiento por hectárea	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efectos de los extractos de las algas marinas en las plantas y en el suelo	28
<i>Figura 2.</i> Grafica de barras del peso promedio de fruto del tomate cultivar 'Galilea'	64
Figura 3. Grafica de barras del diámetro polar de fruto del tomate cultivar 'Galilea'	67
Figura 4. Grafica de barras del diámetro ecuatorial del fruto de tomate cultivar 'Galilea'	69
Figura 5. Grafica de barras número de racimos florales por planta del tomate cultivar 'Galilea'	71
Figura 6. Gráfica de barras peso de fruto por unidad experimental de tomate cultivar 'Galilea'	73
Figura 7. Gráfica de barras rendimiento por hectárea de tomate cultivar 'Galilea'	75

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos originales de peso unitario de fruto (g)	89
Anexo 2. Datos originales de diámetro polar de fruto (mm).....	89
Anexo 3. Datos originales de diámetro ecuatorial de fruto (mm)	89
Anexo 4. Datos originales de número de racimos florales (unidades)	90
Anexo 5. Datos originales peso de fruto por unidad experimental (kg)....	90
Anexo 6. Datos originales de rendimiento por hectárea (t/ha)	90
Anexo 7. Análisis físico-químico del suelo experimental	91
Anexo 8. Panel fotográfico	92

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el rendimiento de tomate cultivar 'Galilea' con aplicación de cuatro bioestimulantes. El trabajo se realizó en Cerro Blanco distrito de Calana, Tacna. Los tratamientos utilizados fueron: Aminophyllum total (t_2), Humimar (t_4), Aminomar (t_3), Basfoliar algae (t_1), testigo (t_0) en un diseño experimental completamente aleatorio para los datos se utilizó el análisis de varianza y la comparación de medias con la prueba de Tukey a nivel de 5% de significación. Los resultados mostraron que no hay diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos: Aminomar (t_3), Basfoliar algae (t_1), Humimar (t_4), Aminophyllum total (t_2), ya que lograron rendimientos similares de 79,64; 80,35; 84,00 y 90,85 t/ha respectivamente.

Palabras clave: Bioestimulantes, *Lycopersicum esculentum*, Rendimiento

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the yield of tomato cultivar 'Galilea' with the application of four biostimulants. The work was carried out in the Cerro Blanco sector, district of Calana, Tacna. The treatments used were: Aminophyllum total (t_2), Humimar (t_4), Aminomar (t_3), Basfoliar algae (t_1), control (t_0) in a completely randomized experimental design for data analysis of variance and the comparison of means with Tukey's test at 5% level of significance. The results showed that there are no significant statistical differences among the treatments: Aminomar (t_3), Basfoliar Algae (t_1), Humimar (t_4), Aminophyllum total (t_2), as they achieved similar yields of 79.64; 80.35; 84.00 and 90.85 t/ha respectively.

Key words: Biostimulants, *Lycopersicum esculentum*, Yield.

INTRODUCCIÓN

El sobre uso del suelo agrícola ha ocasionado su degradación por muchos años en muchas áreas en todo el mundo. La población mundial se ha incrementado en los últimos años, esto provoca que aumente la sobre explotación de la tierra o suelo agrícola para producir alimentos y satisfacer la demanda de la población. Ante este problema los agricultores y productores han recurrido al uso excesivo de insumos químicos sintéticos como: fertilizantes, plaguicidas (insecticidas, fungicidas, herbicidas, entre otros), bioestimulantes, reguladores del crecimiento y productos de origen biológico o natural con la finalidad de suplir las deficiencias y obtener buenos rendimientos. Sin embargo, se presentan problemas como la lixiviación por escorrentía ocasionando pérdida de los fertilizantes haciendo que estos no estén disponibles para las plantas, asimismo no se den las transformaciones químicas biológicas y físicas para que se den estos procesos y poder alcanzar rendimientos adecuados los agricultores hacen uso de altas dosis de fertilizantes químicos incrementando los costos de producción y contaminando el medio ambiente y los ecosistemas agrícolas. Ante este problema, la búsqueda de nuevas alternativas es fundamental y así las plantas desarrollen un buen sistema radicular, más denso, vigoroso,

mejorando la eficiencia de la absorción de los nutrientes, aumenta la retención de humedad mejorando crecimiento de las plantas. Una alternativa para reducir el uso de fertilizantes son los bioestimulantes, ya que estos contienen compuestos que actúan sobre los procesos fisiológicos de la planta, mejorando, incrementando y bioestimulando su crecimiento, desarrollo, el rendimiento y calidad de las cosechas. Por otro lado, también dan resistencia a las plantas frente a factores bióticos y abióticos. Otra alternativa es utilizar fuentes orgánicas, reduciendo así el uso de los agroquímicos. Los bioestimulantes contienen microorganismos eficientes que ayudan a mejorar las propiedades físicas del suelo, promueven y mejoran la fijación biológica, mejoran la síntesis de ácidos orgánicos. Los microorganismos también mejoran la disponibilidad de nutrientes al afectar la morfología del sistema radicular, liberando fitohormonas cuya acción se asemejan a las auxinas, mejorando el desarrollo de los pelos radiculares de las raíces.

En los últimos años el uso de los bioestimulantes orgánicos se ha incrementado utilizándose como tratamiento de semillas, plantines y/o directamente al suelo; mejoran los procesos fisiológicos mejorando el crecimiento y desarrollo y las confiriendo resistencia frente al estrés biótico y abiótico a las plantas.

Los bioestimulantes están formulados a base de fitohormonas, extractos vegetales, extractos de algas marinas, aminoácidos, proteínas hidrolizadas, nutrientes (macro y micronutrientes) y sustancias inorgánicas que activan el metabolismo de las plantas estimulando su crecimiento, desarrollo y el rendimiento. Así mismo dan a la planta mayor tolerancia y resistencia frente al estrés biótico y abiótico. Las investigaciones sobre aplicación de los bioestimulantes en las plantas han demostrado su efecto positivo como por ejemplo en el tomate, las sustancias húmicas aumentan el vigor de los plantines, incrementando el diámetro del tallo y el volumen de la raíz, reflejándose una mayor área foliar, también se observó que estas sustancias incrementan el contenido de nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) en las raíces.

En la presente investigación, se evaluaron cuatro bioestimulantes de orígenes orgánicos y químicos, comparados con un testigo evaluándose el rendimiento por hectárea y demás características de la planta. La importancia de este estudio fue buscar alternativas para aumentar los rendimientos y la calidad de las cosechas, aprovechando los bioestimulantes que se encuentran comercializados en el país y conocer con exactitud sus efectos y beneficios en la producción del tomate.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En el mundo, el tomate es la hortaliza más cultivada y la de mayor valor económico, su consumo aumenta constantemente, debido a esto es necesario incrementar su producción. En la base de datos estadísticos corporativos de la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAOSTAT) ha registrado en los últimos años 2016 y 2017 que el rendimiento promedio mundial fue de 37 048 kg/ha y 37 600 kg/ha respectivamente.

En Perú, Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) indica que el 2016 se cultivaron 6,000 has produciendo aproximadamente 233 000 t con un rendimiento promedio nacional de 38,833 t/ha, siendo gran parte destinada para consumo interno. En 2018, Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA), informa que las regiones de Arequipa, Lima e Ica son las de mayor rendimiento con un total de 48; 56,47 y 106,3 t /ha frente a las regiones de Áncash, Huánuco, La Libertad, Lambayeque, Moquegua y Tacna cuyos rendimientos van de 21 000 kg/ha hasta los 36

000 kg/ha mientras que otras regiones no mencionadas están con rendimientos menores a 17 000 kg/ha.

En Tacna, el rendimiento en 2018 fue de 35 892 kg/ha reportado por el Sistema Integrado de Estadística Agraria, lo cual comparado con el rendimiento nacional es inferior, esto debido a que su sistema de producción agrícola es diferente en Tacna frente al de Arequipa, Lima e Ica.

En Cerro Blanco, distrito Calana, provincia de Tacna, se cultiva tomate, dirigido particularmente por el arrendatario o dueño de la parcela en el que trata de conducirlo de la mejor manera posible en cuanto sus recursos económicos dispongan. Pari (2018), reporta que 45,3% de agricultores de Calana obtienen un rendimiento de 13 a 16 t/ha de tomate y los cultivares utilizados son 'Rio Grande' y 'Galilea'. También, refiere que los agricultores de Calana utilizan agroquímicos (fertilizantes, foliares y pesticidas) en toda su actividad productiva por las condiciones climáticas, proliferación de plagas, enfermedades y/o malezas, lo cual, provoca bajo rendimiento de tomate, por lo tanto es oportuno la utilización de bioestimulantes, ya que al aplicarlo a las plantas potencia sus defensas y ayuda frente al estrés medioambiental, reduce la toxicidad por el mal uso de agroquímicos, aumenta la capacidad crecimiento y desarrollo radicular, ayuda a la

floración y fructificación de frutos, aumenta el tamaño de frutos e incrementa los rendimientos.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál de los cuatro bioestimulantes incrementa el rendimiento del tomate cultivar 'Galilea' en la localidad de Cerro Blanco-Calana-Tacna?

1.3. Justificación

El tomate cultivar 'Galilea' es una de las hortalizas que cada año tiene más preferencia por los agricultores del distrito de Calana, desplazando actualmente al cultivar 'Rio Grande'; siendo recomendable su trasplante a campo definitivo a partir del mes de noviembre.

En los últimos años se han generado e introducido nuevas tecnologías como alternativas en nuestro país. Por ejemplo, los microorganismos eficaces y/o bioestimulantes cuyos productos aparecieron para mejorar la fertilidad del suelo, combatir las plagas y/o enfermedades de los cultivos tanto en el suelo como en la parte aérea, estimular el metabolismo de las plantas para así poder tener planta sanas y menos contaminadas con los agroquímicos. En cuanto a los bioestimulantes estos vienen formulados de diversas maneras como trihormonales naturales, aminoácidos, ácidos húmicos y/o ácidos fúlvicos, a base de algas marinas con la utilización de

diversas especies y/o combinados con macro y micro elementos esenciales que, al ser usados en las plantas, estos productos estimulan el equilibrio hormonal, brinda protección frente a cualquier estrés medio ambiental, desarrolla el potencial productivo, potencia las defensas de las plantas, intervienen en diferentes estados fenológicos, brindan nutrientes esenciales a la planta para su desarrollo y hasta mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, todo esto según la formulación del producto. En la localidad de Cerro Blanco existe el desconocimiento y/o desconfianza de utilizar bioestimulantes, piensan que es un agroquímico más, aparte que sería una suma más a sus costos de producción, por eso no utilizan estos productos, es esta la razón por la cual se quiere realizar el trabajo experimental en este cultivo y la aplicación de bioestimulante para incrementar los rendimientos en tomate, así darles la confianza a los agricultores de utilizar bioestimulantes y de que formulación.

CAPÍTULO II

OBJETIVO E HIPÓTESIS

2.1. Objetivo

Determinar cuál de los cuatro bioestimulante incrementa el rendimiento del tomate cultivar 'Galilea' en la localidad de Cerro Blanco, Calana, Tacna.

2.2. Hipótesis

Al menos un bioestimulante incrementa el rendimiento del tomate cultivar 'Galilea' en la localidad de Cerro Blanco, Calana, Tacna.

2.3. Variables

2.3.1. Variable independiente

Bioestimulantes foliares (X)

2.3.2. Variable dependiente

Rendimiento total (t/ha) (Y)

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes

Ancco (2013) comparó el comportamiento de cinco cultivares de tomate con aplicación de diferentes dosis de promalina en el CEA III “Los Pichones” de la UNJBG. Los cultivares evaluados fueron: ‘Lía’, ‘To01P08’, ‘Gonia 30’, ‘To02P08’, ‘Tyson’ y las dosis de promalina fueron: 60; 75 y 90 ml/cil. El diseño experimental empleado fue de bloques completos al azar con arreglo factorial de 5x3. Encontró que la dosis óptima de Promalina fue 74,8 ml/cil., obteniendo un rendimiento de 44,337 t/ha. Por otro lado, los cultivares ‘Gonia 30’ y ‘To01P08’ presentan los mayores rendimientos con 51,392 y 47,173 t/ha.

Avendaño (2011) evaluó la aplicación de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del tomate cultivar ‘Lía’ en el CEA III fundo “Los Pichones” de la UNJBG. Los bioestimulantes utilizados fueron: Flower power, Satisfy; X-cyte y un tratamiento testigo. Empleó el diseño experimental de bloques

completos al azar. Los bioestimulantes Satisfy, X-cyte y Flower power lograron rendimiento de 69,6; 64,66 y 59,58 t/ha prevaleciendo en comparación al tratamiento testigo que obtuvo 42,56 t/ha.

Tonconi (2015) evaluó la respuesta del pimiento cultivar 'Candente' con diferentes bioestimulantes aplicados vía foliar en el CEA III "Los Pichones" de la UNJBG. Los bioestimulantes utilizados fueron: Citogrower, Triggrr foliar, Stimulate y X-cyte más un testigo. El diseño experimental empleado fue bloques completos aleatorios. Los resultados evidenciaron efectos significativos en el rendimiento, donde los bioestimulantes Stimulate y X-cyte que obtuvieron el mayor rendimiento con 50,77 y 48,61 t/ha.

Nina (2016) evaluó la aplicación de diferentes bioestimulantes en el pimiento cultivar 'Candente' en el CEA III "Los Pichones" de la UNJBG. Los bioestimulantes estudiados fueron: 'Triggrr foliar', 'Agrocimax plus', 'Stimplex-G', y 'Rumba'. Utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar. Los resultados hallados indican que el bioestimulante Agrocimax plus influyo positivamente sobre el rendimiento obteniendo 43,90 t/ha superando ampliamente a los demás tratamientos. El testigo obtuvo un rendimiento de 32,58 t/ha.

Aquise (2018) estudió el efecto de la aplicación de cuatro niveles de *Azotobacter chroococcum* y cuatro niveles nitrógeno en el tomate cultivar

'Galilea' en el fundo "Los Pichones" de la UNJBG. Las dosis de N fueron 0; 150; 200 y 250 kg/ha y las dosis de *Azotobacter* fueron: 0; 0,2; 0,25 y 0,30 kg/ha. Utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo factorial de 4x4. Concluye que la dosis 250 kg de N/ha y 300 g/ha de *Azotobacter chroococcum* incrementan el rendimiento del cultivar 'Galilea' alcanzando un rendimiento de 54,63 t/ha.

3.2. Hormonas o fitohormonas

Zamora et al. (2004), indica que a pesar que las plantas no presentan un sistema nervioso como los animales, se ha demostrado la existencia de mecanismos de control mediante hormonas de los diferentes procesos fisiológicos y de elaboración de respuestas ante determinados estímulos. Las hormonas vegetales o fitohormonas regulan los procesos de crecimiento de la planta, en la formación de tejidos y órganos vegetales, hasta la maduración de frutos.

Las fitohormonas son unas sustancias orgánicas que las plantas sintetizan en bajas concentraciones en un determinado lugar (ápices) y son transportadas a otros lugares donde ejercen efectos reguladores (Lluna, 2006).

Azcón y Talón (2013), refieren que las hormonas vegetales o fitohormonas son sustancias orgánicas sintetizadas por la planta, las cuales afectan los procesos fisiológicos, pero en bajas concentraciones. Mientras que un fitorregulador podría ser natural o sintético, aunque ambos presentan funciones similares o actúan de forma similar. Algunos fitorreguladores en concentraciones altas pueden ser perjudiciales para las plantas.

Lluna (2006) indica que las fitohormonas son sustancias de origen natural que modifican, regulan el crecimiento o desarrollo de la planta. Asimismo, menciona que las sustancias exógenas aplicadas por el hombre se denominan reguladores de crecimiento cuya función es semejante a las fitohormonas. Son cinco las principales fitohormonas que son empleadas en la agricultura y encargadas de provocar estímulo a la planta e interactúan en los procesos fisiológicos y dan una respuesta a dicha hormona, las cuales son:

3.2.1. Auxinas

La auxina se sintetiza por dos vías, una dependiente del triptófano y la otra no dependiente de este, el primer compuesto auxínico descubierto en las plantas fue el ácido indol acético (AIA), encontrándose en mayores concentraciones en las zonas meristemáticas del vástago y en la raíz.

Existen varios tipos de auxinas en las plantas tales como el ácido fenilacético, (APA), ácido indol butírico (AIB), ácido indol propiónico. También existen auxinas sintéticas tales como el ácido naftalen acético (ANA) y el 2,4-D (Azcón y Talón, 2013).

Bidwell (1993) manifiesta cuando hay crecimiento se sintetiza la auxina AIA, sintetizándose en los ápices en desarrollo principalmente hojas en expansión y tejidos en actividad meristemática.

Las enzimas responsables de la síntesis de la auxina AIA son más activas en los órganos jóvenes y en las zonas meristemáticas que se encuentran en activo crecimiento, sin embargo, las auxinas se encuentran en toda la planta en bajas concentraciones (Lluna, 2006).

Azcón y Talón (2013), manifiestan que las auxinas (AIA) se sintetizan en coleóptilos, tallos, hojas tiernas en desarrollo, en el cambium y en semillas en formación. En consecuencia, se ha demostrado las auxinas también se sintetizan en hojas y órganos maduros o viejos en bajas concentraciones. También mencionan que las raíces sintetizan AIA en menor concentración, parte de las auxinas encontradas en estas provienen de otras partes de la planta principalmente de la parte aérea.

Respuestas fisiológicas de las auxinas

Las auxinas actúan en varios procesos fisiológicos tales como la división celular y diferenciación celular del cambium en balance con las citoquininas. Asimismo, actúan en la diferenciación de los vasos vasculares (xilema y floema), estimula la formación de raíces adventicias y laterales, inhiben el desarrollo de brotes laterales generando una fuerte dominancia apical. Por otro lado, retarda la senescencia de las hojas, reduce la abscisión de hojas y frutos. Asimismo, estimula el crecimiento vegetativo, mejora el cuajado y el crecimiento de los frutos. Las auxinas estimulan la síntesis de etileno en altas concentraciones (Lluna, 2006).

Azcón y Talón (2013) indican que las auxinas están involucradas en el desarrollo de la planta, sin embargo, no actúan solas sino también intervienen otras fitohormonas como las giberelinas, citoquininas y el etileno. De igual modo, en la acción del crecimiento, las fitohormonas promueven la división celular y diferenciación del cambium vascular, promueven la formación de raíces laterales, intervienen en la dominancia apical y en el desarrollo de los frutos. Las auxinas como reguladores del crecimiento son muy utilizadas para modificar el crecimiento y desarrollo de las plantas e incrementar su producción, mejorar la calidad y facilitar su manejo, entre otros. En los últimos años, aparecieron muchos productos en

el mercado con diferentes formulaciones y de diversas formas de aplicación (ver tabla 1).

Tabla 1. Algunos fitorreguladores auxínicos de uso agrícola

Nombre	Aplicaciones
Ácido indol -3-butírico (AIB)	Actúan en el enraizamiento
Acido 1-naftilacetico (ANA)	Actúa en el enraizamiento
	Accion en el aclareo de frutos
	Inhibe la abscisión de frutos
Acido 4-clorofenoxiacetico (4-CPA)	Estimula el cuajado de frutos
Acido 2-naftiloxiacetico (2-NOA)	Acción en el aclare de frutos
Acido 2-(1-naftil) acetamida (NAA-M)	Estimula el cuajado de frutos
Acido 2,4-diclorofenxiacetico en forma de sales (2,4-D)	Inhibe la abscisión de frutos
Acido 2-(2,4-diclorofenoxi) propionico (2,4-DP)	Modifica la forma de los frutos

Fuente: Azcón y Talón (2013)

3.2.2. Giberelinas

Las giberelinas (GAs) son sustancias orgánicas de acción endógena en el crecimiento y desarrollo de la planta. En 1955 a estas sustancias se denominó ácido giberélico. En la actualidad se le denomina giberelina o GA₃. Las investigaciones han demostrado que las aplicaciones exógenas en plantas promueven, regulan múltiples procesos metabólicos de la planta. Las respuestas más evidentes son la elongación del tallo, promueven el crecimiento del fruto y la germinación de las semillas (Azcón y Talón, 2013).

Las giberelinas son un grupo grande de hormonas, actualmente existen más de 90 giberelinas que fueron encontradas en los tejidos vegetales. Sin embargo, la más estudiada es la GA₃. Esta giberelina se sintetiza en los órganos jóvenes, meristemos apicales (aéreo y radicular), hojas jóvenes, y semillas jóvenes en desarrollo (Lluna, 2006).

La síntesis de giberelinas está controlada principalmente por la luz. En algunas especies la germinación de las semillas es promovida por la luz roja aumentando la biosíntesis de giberelinas modificando las respuestas de los tejidos. Mientras que la luz azul inhibe el crecimiento, la síntesis de GAs es modificada a consecuencia de cambios en el medio ambiente (Azcón y Talón, 2013).

Respuestas fisiológicas

Azcón y Talón (2013) sostienen que las AG₃ regulan los procesos fisiológicos durante el crecimiento de la planta, principalmente el crecimiento vegetativo y reproductivo. Las giberelinas participan en la inducción y diferenciación floral, en el cuajado y maduración de frutos. Asimismo, las giberelinas rompen la latencia de las semillas y reemplazan las necesidades de estímulos de luz o frío que son requeridas para el proceso de germinación.

Lluna (2006) argumenta que las giberelinas que regulan diferentes procesos fisiológicos en las plantas tales como la elongación de tallos, la germinación de semillas. También, reemplazan las necesidades de horas frío para inducción de la floración, retrasa la maduración de frutos, retarda la senescencia de las hojas (cítricos), induce la floración, incrementa tamaño de fruto y aumenta la producción.

El ácido giberélico comercial se obtiene de extractos del hongo *Gibberella* por fermentación. Estas sustancias se han estudiado y se emplean en uvas apirenas, manzanas para incrementan el tamaño y la calidad de los frutos, en cítricos para aumentar el amarre de los frutos (Azcón y Talón, 2013).

Pérez et al. (2008) indica que en diversos estudios sobre las aplicaciones exógenas de giberelinas según las dosis y épocas de aplicación influyen sobre el desarrollo de las yemas. Por ejemplo aplicaciones antes de la inducción floral promueve el crecimiento vegetativo en un 75 %, aplicaciones cuando las yemas están diferenciadas estas inhiben la floración. Las aplicaciones de AG3 en el invierno retrasa la floración hasta en cuatro semanas.

3.2.3. Citoquinina

Las citoquininas son sustancias naturales o inorgánicas (sintéticas), que promueven y regulan la división celular en balance con las auxinas (Azcón y Talón, 2013).

Lluna (2006) argumenta que las citoquininas en balance con las auxinas son imprescindibles para estimular o promover el crecimiento vegetativo de las plantas, mediante la división celular. Las citoquininas se sintetizan en las plantas en menores concentraciones que las giberelinas y auxinas.

Rojas y Ramírez (1996), indican que las citoquininas participan directamente en la división y diferenciación de las células de los tejidos vegetales. Por tu parte, Bidwell (1993), argumenta que las citocininas se sintetizan principalmente en las raíces de la planta y son traslocadas por el xilema hacia los tallos y hojas (parte aérea)

Azcón y Talón (2013) sostienen que las citoquininas principalmente se sintetizan en los meristemas de las raíces, asimismo se pueden sintetizar en los tejidos meristemáticos de la parte aérea, y son movilizadas por toda la planta por el xilema y floema.

Respuesta fisiológica

Las citoquininas promueven la división celular, la formación y crecimiento de las ramas laterales, movilizan de los nutrientes hacia las hojas, participan en la formación y desarrollo de las semillas, promueven el desarrollo de brotes laterales, aumenta el área foliar de las hojas, en papa estimula la formación de los tubérculos Lluna (2006).

Las citoquininas participan en varios procesos fisiológicos tales como la división celular, en la inducción y diferenciación floral, en el brotamiento de ramas laterales debido a la ruptura de la dominancia apical, retarda la senescencia de las hojas, promueve la formación de cloroplastos y la floración. En cultivos in vitro promueve la neoformación de órganos vegetativos. Asimismo indican que las auxinas participan en otros estímulos, principalmente hormonales y ambientales e interactúan con las auxinas y la luz para mandar las señales internas a la planta (Azcón y Talón, 2013).

Jarquín et al. (2014) indica que las citocininas no afectan a los botones florales en bajas concentraciones, pero si estas se encuentran en altas concentraciones puede ocasionar aborto de yemas florales. También refiere que las giberelinas y las auxinas no tienen efecto en la calidad del botón floral.

Tabla 2. Efectos fisiológicos de las hormonas vegetales en plantas

Efectos fisiológicos	Auxinas	Giberelinas	Citoquininas
Respuestas trópicas	Si	Si	No
Crecimiento de coleótilos en avena	A veces	A veces	Lo activa
Agrandamiento de celular en cultivo de tejidos	Si, en ciertos casos	Si, en ciertos casos	Si
Regula la diferenciación en cultivo de tejidos	Si	Si	Si
Favorece el enraizamiento en estaquillas	Si	No	Respuesta variable
Inhibe el desarrollo de raíces	Si	No	Se desconoce
Regula y estimula la división del cambium	Si	Si	Si
Estimula el crecimiento de frutos	Si	Si	Si, algunos casos

Fuente: Pérez y Martínez (1994)

3.3. Bioestimulantes

Son sustancias no consideradas nutrientes, pesticida o regular de crecimiento, que al ser aplicada en pequeñas cantidades provocan un impacto positivo en la planta (Saborío, 2000).

Du Jardín (2015), indica que un bioestimulante es cualquier sustancia o microorganismos, que al ser aplicado regula y favorece a los procesos fisiológicos de la planta en varios aspectos tales como nutricionales, tolerancia a estrés, rendimiento y calidad de frutos, entre otros. Independientemente del contenido en nutrientes de la sustancia.

Veobides et al. (2018), manifiestan que son productos que sirven para reducir los efectos del estrés ambiental y el estrés ocasionado por

patógenos y plagas incrementando los rendimientos de las plantas, su acción es diferente a la de los nutrimentos y pesticidas.

3.3.1. Categorías o clasificación de los bioestimulantes

Los bioestimulantes se enmarcan en categorías de productos, según consenso entre los científicos, entidades reguladoras, productores y agricultores, los bioestimulantes se clasifican de la siguiente manera:

3.3.1.1. Ácidos húmicos y fúlvicos

Du Jardín (2015) indica que son sustancias orgánicas que se encuentran en la materia orgánica que resultan de la descomposición de residuos vegetales, animales y microorganismos de la biota del suelo. Las sustancias húmicas son heterogéneas y se clasifican según el peso molecular y la solubilidad siendo las más importantes los ácidos húmicos, fúlvicos y huminas.

Veobides et al. (2018) argumentan que las sustancias húmicas tienen una estructura muy compleja con una variable multiplicidad de grupos funcionales. Son moléculas pequeñas, heterogéneas que tienen enlaces débiles e interactúan provocando respuestas positivas y beneficiosas en las plantas, tales como un incremento en el rendimiento, por otro lado, también reducen los efectos del estrés biótico y abiótico.

3.3.1.2. Aminoácidos y mezcla de péptidos

Los aminoácidos son componentes de las proteínas de suma importancia para las plantas, tienen funciones estructurales, enzimáticas y hormonales. Los aminoácidos libres juegan un papel clave como vigorizante y estimulante del crecimiento vegetativo en las etapas críticas del cultivo (Saborío, 2002).

Los aminoácidos son bioestimulantes que presentan una mezcla equilibrada de sustancias proteicas y no proteicas. Los aminoácidos estimulan una respuesta fisiológica positiva a la planta. Asimismo, los aminoácidos con sustancias orgánicas compuestas, contienen dos grupos funcionales amino y carboxilo. Actualmente se conocen 20 aminoácidos que forman las proteínas; 250 aminoácidos tienen una función biológica en las plantas tales como protección frente al estrés, señalización de estímulos, fijación biológica del nitrógeno y la quelación de metales fitosideróforos (García, 2017).

Se ha demostrado que los bioestimulantes tienen efectos tales como resistencia al estrés biótico y abiótico de las plantas, activa los procesos fisiológicos y la fotosíntesis. Asimismo, mejora la composición de antioxidantes de la planta incrementando el área foliar y por ende la biomasa. Los bioestimulantes reducen los efectos de estrés por salinidad

ya que incrementan la movilización de iones de potasio a la membrana celular de la planta, equilibrando la relación Na^+/K^+ en la célula. Las plantas utilizan los aminoácidos como fuente de nitrógeno, sin embargo lo se los considera como bioestimulantes. Por lo tanto, las concentraciones de nitrógeno y otros macro y micronutrientes presentes en los bioestimulantes a base de aminoácidos que se comercializan, no se encuentran en cantidades bajas, esto hace difícil identificar que componente presente en el bioestimulante acuta en mayor medida dentro de la planta (García, 2017).

3.3.1.3. Quitosanos y otros biopolímeros

Du Jardin (2015) menciona que el quitosano es una forma de acetilada de la quitina, producido de manera natural o sintética. Mientras que los polímeros y oligómeros que se utilizan en la alimentación, cosmética y medicina son de tamaño variado. En los últimos años estos polímeros también se están utilizando en la agricultura. Los oligómeros de quitosano fisiológicamente en las plantas unen varios de compuestos celulares tales como el ADN, constituyentes de la membrana plasmática y la pared celular, asimismo, unen los receptores específicos responsables de activar la señal de defensa de las plantas (fitoalexinas).

Los efectos beneficiosos del quitosano sobre las plantas, presenta un efecto fertilizante, el quitosano estimula el desarrollo del sistema radicular y permite una mayor absorción de nutrientes nitrogenados; esto se ha observado en cultivos como el maíz (*Zea mays*) y calabacín (*Cucurbita pepo*). Asimismo, el quitosano actúa inhibiendo indirectamente los fitopatógenos por los subproductos que se forman de su descomposición; también promueve el soporte de microorganismos beneficiosos en el suelo (Lárez, Rojas, Chirinos y Rojas, 2019).

3.3.1.4. Compuestos inorgánicos

Denominados elementos beneficiosos ya que promueven el crecimiento de las plantas, estos compuestos son el aluminio (Al), cobalto (Co), selenio (Se) y silicio (Si). Elemento que se encuentran presentes en el suelo y en los tejidos de las plantas en las sales minerales y en otras formas insolubles. El Si mejora es reforzamientos de las paredes celulares debido a su expresión en condiciones ambientales desfavorables, activando las defensas frente al ataque de hongos fitopatógenos (García, 2017).

3.3.1.5. Hongos beneficiosos

Los hongos beneficiosos interactúan con las plantas mediante muchas formas, la más importante es la simbiosis mutua y las de menor importancia

la del parasitismo. Los hongos y las plantas han evolucionado de manera conjunta con las plantas terrestres desde su origen. Los hongos arbusculares y micorrízicos son un grupo heterogéneo que forman una simbiosis con el 90 % de plantas. Actualmente existe un interés en el uso de estos hongos para el manejo de una agricultura sostenible, debido a que estos hongos micorrízicos mejoran la eficiencia de la nutrición especialmente la absorción del , incrementan el balance hídrico y mejoran la resistencia de las plantas frente al estrés abiótico y biótico (Du Jardin, 2015).

3.3.1.6. Bacterias beneficiosas

Las bacterias beneficiosas interactúan con las plantas en muchas formas así como lo hacen los hongos, las diversas formas de interacción pueden darse desde el mutualismo hasta el parasitismo. Las poblaciones de bacterias presentes en el suelo y en el interior de las plantas, también hay bacterias que se encuentran en la rizosfera, estas también se encuentran en asociaciones temporales y/o permanentes. Las bacterias beneficiosas influyen en los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes incrementando su disponibilidad para las plantas, incrementan la eficiencia de los nutrientes, mejoran la resistencia de las plantas frente al estrés

biótico, incrementan la tolerancia al estrés abiótico, incluso aumentan la variación de la morfogenesis de la planta (García, 2017).

Las bacterias promotoras del crecimiento vegetal se les denomina rizobacterias, estas promueven el crecimiento vegetativo, actúan como bioestimulantes, biofertilizantes e inoculantes. Los principales géneros son *Rhizobium*, *Azospirillum* y *Glomus*. Las bacterias de estos géneros mejoran la asimilación de los nutrimentos incrementando el rendimiento en un 30 %. Por otra parte, el uso de las bacterias promotoras del crecimiento son más limpias y amigables con el medio ambiente. Asimismo el uso de estas nuevas tecnologías reducen el uso de los fertilizantes y agroquímicos (García et al., 2012).

3.3.1.7. Extracto de algas y de plantas

El uso de algas marinas y extractos de plantas en la agricultura es una técnica que se usa desde la antigüedad, sin embargo sus efectos bioestimulantes recién están siendo estudiados, estos descubrimientos han conllevado que los productos a base de extractos de algas marinas y de plantas se utilicen con mayor frecuencia en la producción de los cultivos. Asimismo, compuestos purificados y polisacáridos como laminaria, alginato entre otros compuestos se estudien para ver sus efectos en las plantas. Se ha encontrado que los extractos de algas marinas tienen un efecto promotor

del crecimiento, aunque otros investigadores indican que estos efectos sobre las plantas se deben al los nutrientes (macro y micro). esteroides y hormonas que se encuentran en la composición de los bioestimulantes a base de algas marinas (Du Jardin, 2015).

Los extractos de algas marinas contienen muchas sustancias bioactivas tales como vitaminas, minerales, reguladores del crecimiento, agentes humectantes, compuestos orgánicos, coloides mucilaginosos como agar y ácido algínico. Estos compuestos ayudan a retener la humedad del suelo, mejorar la absorción de nutrientes en las capas superficiales del suelo. Cuando son aplicados vía foliar incrementan el contenido de clorofila incrementando la tasa fotosintética. Los extractos de las algas *Ascophyllum nodosum* mejoran el rendimiento y la calidad de las cosechas de los cultivos (Zermeño et al., 2015).

Hernández (2013) estudió el efecto de los extractos de algas marinas como promotores de crecimiento e inductores de resistencia en plantas de tomate. Asimismo, varios autores concuerdan que estas contienen macro y microelementos, aminoácidos, proteínas y compuestos orgánicos. Asimismo, contienen vitaminas B, B2, B12; también citocininas, auxinas y ácido abscísico, a estos compuestos se les atribuye sus efectos mejorando el rendimiento y calidad de los productos.

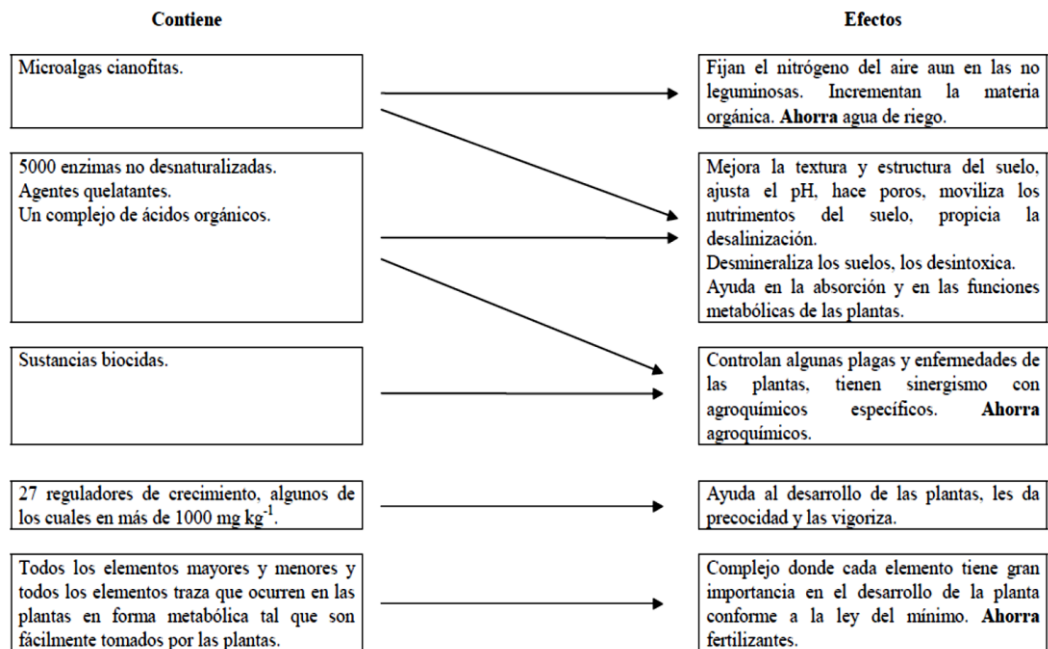


Figura 1. Efectos de los extractos de las algas marinas en las plantas y en el suelo
Fuente: Canales (2000)

Las algas marinas presentan un diverso complejo enzimático ocasionando cambios en la planta y suelo. La aplicación foliar de algas marinas refuerza el sistema inmunológico, nutricional y la vigorosidad de las plantas (Canales, 2000).

Las algas marinas contienen hormonas naturales que regulan el crecimiento de las plantas, asimismo contienen carbohidratos, proteínas, vitaminas, agentes quelatantes y sustancias biocidas. Estas sustancias presentan beneficios a las plantas incrementando el rendimiento la mejorando la calidad de las cosechas (Carvajal y Mera, 2010).

Las algas marinas más utilizadas para la fabricación de extractos en la industria agrícola son *Ascophyllum nodosum*, *Sargassum sp.*, *Laminaria sp.*, y *Ecklonia máxima* (Yañez, 2017). Por lado Medjdoub (2007) indica que los productos formulados a base de algas son de gran importancia al ser amigable con el medio ambiente y muy beneficiosa para las plantas.

Canales (2000) indica que en experimentos realizados en distintos cultivos, los extractos de algas marinas incrementaron el rendimiento; en el camote incremento el 100% (Senn y Van Staden, 1978); en pepino cv. 'Pepinova' en un 40 % (Povolny, 1969); Zanahoria incrementó 100 % (Stephenson, 1968) y Blunden (1973) indica que los extractos de algas incrementó el rendimiento del chile pimiento en 26,6 %, papa 36 %, plátano 22 %, maíz 56 % y tomate 20 %.

3.4. Bioestimulantes comerciales

3.4.1. Basfoliar algae

Es un bioestimulante de origen vegetal, tiene efecto sobre el crecimiento vegetativo y vigor de la planta. Por otro lado también incrementa la resistencia y tolerancia de las plantas frente al estrés e incrementa el rendimiento.

Composición

Tabla 2. Composición química de Basfoliar algae

Elemento	%
N total	6
P ₂ O ₅	3
K ₂ O	5
Mg	0,56
B	0,08
Zn	0,06
Mn	0,06
Fe	trazas
Cu	trazas
Mo	trazas

Fuente: COMPO EXPERT (2010)

Descripción

Basfoliar algae es un extracto natural obtenido de *Durvilea antarctica*, este producto se obtiene utilizando una técnica de alta eficiencia y calidad. Es enriquecido con nutrientes, aminoácidos, carbohidratos y minerales bien balanceados.

Propiedades y ventajas

Basfoliar algae estimula el metabolismo, equilibrando las funciones fisiológicas de la célula de la planta aumentando el crecimiento y desarrollo. Cuando las plantas son afectadas por diferentes tipos de estrés como heladas, toxicidad, sequías e inundaciones hace que estas se recuperen rápidamente. Mejora la calidad de los frutos y cosecha, incrementa el

crecimiento vegetativo, regula del crecimiento vegetativo y reproductivo (COMPO EXPERT, 2010).

Recomendaciones de uso

Tabla 3. Dosis y épocas de aplicación de Basfoliar algae

Cultivos	Dosis (ml/cil)	Aplicaciones	Época
Ají, tomate	750	3 a 4	1° aplicación al inicio de la floración, repetir cada 15 días

Fuente: COMPO EXPERT (2010)

3.4.2. Aminophyllum total

Características

Bioestimulante de origen orgánico de triple acción en las primeras etapas de crecimiento vegetativo, regula el crecimiento y desarrollo es considerado un balanceador hormonal. Protege a las plantas frente a cualquier tipo de estrés ambiental como heladas, sequías, inundaciones y a estrés ocasionado por el ataque de plagas y enfermedades (Bioactivador, 2019).

Beneficios

Aminophyllum total activa el desarrollo vegetativo, reactiva el crecimiento de las plantas sometidas a estrés por sequía, heladas e inundación. Da resistencia a las plantas frente al ataque de plagas y

enfermedades y otros factores ambientales que ocasiona estrés a las plantas, corrige el desbalance hormonal evitando alteraciones fisiológicas (Bioactivador, 2019).

Composición

Tabla 4. Composición química del Aminophyllum total

Composición	Cantidades y/o porcentaje
Biogiberelina	15 ppm
Bioauxina	15 ppm
Biocitoquinina	15 ppm
Algas marinas	20%
Aminoácidos	10%
Bioactivador	2%

Fuente: Bioactivador (2019)

Usos

Tabla 5. Dosis y época de aplicación de Aminophyllum total

Cultivo	Dosis (ml/cil)	Aplicaciones	Época
Tomate	500	3 a 4	1° aplicación al inicio de la floración, repetir cada 15 días
Ají			

Fuente: Bioactivador (2019)

3.4.3. Aminomar

Características

Aminomar es un bioactivador de origen natural que aumenta el crecimiento y desarrollo de las plantas, actúa en las diferentes etapas de desarrollo tales como la germinación de semillas, transporte de nutrientes,

brotamientos de yemas, enraizamiento, floración y cuajado de frutos y finalmente en el desarrollo de frutos. Activa las defensas de la plantas ante cualquier tipo de estrés ambiental y del ataque de plagas y enfermedades mejorando los rendimiento y la calidad de los frutos (Bioactivador, 2019).

Beneficios

Aminomar estimula el crecimiento lateral incrementando el número de brotes y raíces laterales, mejora el cuajado y desarrollo de los frutos, elimina los residuos de los plaguicidas, da resistencia frente a los diversos tipos de estrés ambiental y estrés biótico, incrementa el rendimiento y mejora la calidad de las cosechas (Bioactivador, 2019).

Composición

Tabla 6. Composición química de Aminomar

Composición	Porcentaje
Aminoácidos libres	24 %
Ácidos algínicos	5 %
Algas marinas	5 %
Bioactivador	2 %

Fuente: Bioactivador (2019)

Usos

Tabla 7. Dosis y época de aplicación de Aminomar

Cultivo	Dosis (ml/cil)	Aplicaciones	Época
Tomate	500	3 a 4	1° aplicación al inicio de la floración, repetir cada 15 días
Ají			

Fuente: Bioactivador (2019)

3.4.4. Humimar

Características

Es un complejo natural que se obtiene de la leonardita, mejora la absorción de los nutrientes en cualquier tipo de suelo (Biactivador, 2019).

Composición

Tabla 8. Composición química de Humimar

Composición	Cantidades y/o porcentaje
Ácidos húmicos	50%
Ácidos fúlvicos	35%
Algas marinas	5%

Fuente: Biactivador (2019)

Recomendaciones de uso

Tabla 9. Dosis y época de aplicación de Humimar

Cultivo	Dosis (ml/cil)	Aplicaciones	Época
Tomate	1 000	3 a 4	1° aplicación en prefloración y fructificación, repetir cada 15 días
Ají			

Fuente: Biactivador (2019)

Beneficios

Humimar mejora de crecimiento y desarrollo radicular, aumenta la CIC (capacidad de intercambio catiónico) del suelo, mejorando la fertilidad del mismo. Asimismo, mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Bioactivador, 2019).

3.5. Cultivo de tomate

3.5.1. Origen

Según Vavilov (1951), su origen se localiza en Sudamérica en la región andina de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile. En la actualidad aún se encuentran plantas silvestres de las diversas especies del género *Lycopersicum* en algunas de las zonas de las regiones de origen (Esquinas y Nuez, 2001; Rodríguez et al., 2001).

3.5.2. Taxonomía

Según Maroto (1983) el tomate se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera:

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Subfamilia: Solanoideae

Tribu: Solaneae

Género: *Lycopersicum*

Especie: *esculentum*

Maroto (1983), indica que el tomate pertenece a la familia Solanácea, denominada científicamente *Lycopersicum esculentum* Mill., es una especie anual o ciclo anual.

3.5.3. Morfología de la planta de tomate

Rodríguez et al. (1984) indican el sistema radicular del tomate está constituido por una raíz principal pivotante que alcanza hasta 60 cm de profundidad, asimismo menciona que simultáneamente se desarrollan las raíces secundarias y adventicias, las cuales pueden ser modificadas por la disposición del agua.

La planta del tomate es herbácea, con tallo ligeramente anguloso cuyo grosor llega hasta 4 cm de diámetro en la base, está cubierto de tricomas de origen glandular en su mayoría que le dan un olor característico, no se lignifica, sin embargo, crece de forma arbustiva hasta la primera floración, luego se postra en el suelo debido al peso de los frutos Maroto (1983).

El tallo del tomate presenta dos hábitos de crecimiento:

Tipo determinado: el eje principal se detiene su crecimiento cuando la planta emite la inflorescencia terminal y cuando se haya formado una cantidad de inflorescencias generalmente cada dos hojas.

Tipo indeterminado: el crecimiento del eje principal es continuo, en este tipo de crecimiento las inflorescencias son laterales y generalmente cada tres hojas durante el ciclo de vida de la planta.

Las hojas del tomate son compuestas e imparipinnadas con foliolos que varían de 5 a 9, limbo lobulado o dentado, peciolado y alternado en el tallo con presencia de tricomas (Maroto, 1983).

La flor del tomate es pentámera, completa y perfecta, forman racimos con 3 a 10 flores. La primera inflorescencia aparece en el séptimo nudo del tallo central en condiciones normales a los 50 a 55 días después de la siembra (Rodríguez et al., 1984).

Asimismo, Rodríguez et al. (1984) indican que el fruto del tomate es una baya de color variado tales como amarillo, anaranjado o rojo por la presencia de licopeno y caroteno, generalmente el tomate a la madures es de color rojo. Estos mismos autores indican que las semillas del tomate son grisáceas, de forma oval aplanada y con un arilo externamente pubescente,

su tamaño es de 3 a 5 mm. En un gramo puede haber de 300 a 350 semillas de tomate.

3.5.4. Etapas fenológicas

Etapa inicial

Inicia con la germinación y termina a los 21 días, esta fase se caracteriza por un aumento rápido de la materia seca. Esta etapa requiere y gasta mucha energía para la síntesis de nuevos tejidos de absorción y para la fotosíntesis.

Etapa vegetativa

Inicia 21 días después de la germinación, en esta etapa la planta demanda una mayor cantidad de nutrimentos para un óptimo crecimiento y desarrollo de tallos, ramas y hojas. El crecimiento vegetativo va ralentizándose con la aparición del primer racimo floral y los racimos florales que aparecen después. Esta etapa finaliza a los 65 a 85 días después de la siembra.

Etapa reproductiva

Inicia con el cuajado y crecimiento de los frutos después de los 65 a 85 días de la siembra y finaliza a los 120 a 140 días, en esta etapa la planta requiere nutrientes para el crecimiento y desarrollo de los frutos.

3.5.5. Condiciones agroclimáticas

Clima

La planta del tomate es tolerante al calor y a la sequía. Sin embargo es sensible a las bajas temperaturas y a las heladas. Aunque el tomate se adapta a muchas zonas y condiciones climáticas y suelos, siendo los climas templados los ideales para su cultivo (Monardes et al., 2009).

Temperatura

Monardes et al. (2009) indican que el efecto de la temperatura es clave para la germinación de semilla y esta varía de 18 a 25 °C, en la etapa de floración la temperatura ideal varía de 18 a 24 °C y en la etapa de fructificación y maduración la temperatura ideal oscila entre 21 a 24 °C. Mientras que las temperaturas extremas mayores a 35 °C inhiben el desarrollo del grano de polen. Asimismo, la síntesis de licopeno se inhibe a 30 °C, la síntesis de clorofila se inhibe a 40 °C. Mientras que las

temperaturas menores de 10 °C inhiben la formación de pigmentos, temperaturas de 12 °C detienen el crecimiento de la planta.

Casseres (1980) manifiesta que la planta de tomate no tolera fríos y heladas, requiere un periodo mayor de 110 días con temperaturas favorables para un crecimiento y desarrollo óptimo. Asimismo, indica que no crece bien entre los 15 a 18 °C. La temperatura óptima varía entre 21 a 24 °C. La planta de tomate no prospera a una temperatura mensual de 27 °C, a temperaturas de 37 °C la polinización es inadecuada, temperaturas de 18 a 24 °C favorecen la síntesis de licopeno dando un mejor color a los frutos.

Humedad relativa

El tomate, para un adecuado crecimiento requiere humedades de 60 a 80 %. Una alta humedad relativa durante el ciclo vegetativo ocasiona la presencia de enfermedades tales como el oídio y botritis causando daños a la planta reduciendo su ciclo de vida perjudicando la producción (Monardes et al., 2009).

Suelo

El tomate crece en diferentes tipos de suelos, sin embargo los suelos ideales son ligeros, bien aireados, con buen drenaje, de textura franco y

franco arcillosos provistos con abundante materia orgánica. El pH óptimo varía entre 5,5 a 7 encontrándose una buena disponibilidad de nutrientes (Barbado, 2003).

3.5.6. Materia orgánica

Según Rodríguez (1992), que el tomate se desarrolla bien en suelos provistos con buena cantidad de materia orgánica. Se consideran suelos con buena cantidad de materia cuando presenta entre 2,5 a 3,5 %. La incorporación de materia orgánica beneficia al suelo en el incremento de los microorganismos, mejora la absorción de los nutrientes. Asimismo mejora la eficiencia del riego, la estructura del suelo, descompacta el suelo mejorando su aireación, en suelo arenosos mejora su estructura, modifica la reacción del suelo mejorando la disponibilidad y movilización de los nutrientes, otro beneficio de la materia orgánica es que regula la temperatura del suelo mejorando la germinación y crecimiento de las plantas.

3.5.7. Abonado de tomate

Los suelos de la costa peruana tiene bajo contenido de materia orgánica, lo que hace fundamental incorporar materia orgánica utilizando con fuentes estiércoles de vacuno, caprino y gallinaza. También se puede

incorporar materia orgánica semidescompuesta como es el compost. Se recomienda hacer incorporaciones de 10 a 50 t /ha de estas fuentes.

3.5.8. Fertilización

Casseres (1980), manifiesta que la planta de tomate forma un sistema amplio de raíces, las cuales sirve para alimentarse de nutrientes esenciales (macronutrientes y micronutrientes) a través de ellas y así lograr rendimientos óptimos.

Macronutrientes

Nitrógeno (N)

El N es un elemento primario esencial para el crecimiento de las plantas, y el más limitante de la producción, mejora el crecimiento y desarrollo de la planta, interviene en la división celular, componente de los aminoácidos, proteínas y enzimas. La tasa fotosintética disminuye cuando hay deficiencia N, asimismo las hojas presentan clorosis (García et al., 2009).

Hernández y Pastor (2009), indican que el N es indispensable para la nutrición y desarrollo de las plantas, un exceso de este elemento conlleva a un exceso de crecimiento de la planta siendo más susceptible al ataque de parásitos.

Fósforo (P)

Hernández y Pastor (2009) refieren que el P es responsable del metabolismo, mejora la floración y el cuajado de frutos, es indispensable para la nutrición de los vegetales y se encuentra en poca disponibilidad para los frutos por esto desarrollan poco, son excesivamente jugosos y con tendencia a la putrefacción, no llegando muchas veces a su maduración.

Potasio (K)

El potasio regula la apertura y cierre de estomas en la planta, moviliza los azúcares producidos en la fotosíntesis, interviene en el desarrollo de las raíces y síntesis de proteínas, activa más de 60 enzimas. Está involucrado en la resistencia de las plantas frente al ataque de enfermedades, sequías y heladas (Zabaleta, 1992).

Calcio (Ca)

El Ca es componente de pared celular, juega un papel de suma importancia en la estructura y permeabilidad de la membrana celular, participa en la absorción de nutriente mediante la selectividad de estos (Zabaleta, 1992).

Magnesio (Mg)

Constituyente de la clorofila, activador de la fotosíntesis, interviene en el metabolismo de los fosfatos, en la respiración activando muchos procesos enzimáticos (Zabaleta, 1992).

Azufre

Macronutriente secundario esencial en la síntesis de proteínas, activador de enzimas. El S mejora la absorción del nitrógeno (Zabaleta, 1992).

Micronutrientes

El son tan importantes como los macronutrientes para la nutrición de la planta, aunque no requieren de grandes cantidades. Asimismo, llevan a cabo funciones trascendentales para un apropiado crecimiento y desarrollo del cultivo; la deficiencia de estos nutrientes limita el crecimiento ocasionando una disminución en el rendimiento y productividad del cultivo (Rodríguez, 2014).

3.5.9. Riego

El riego debe efectuarse por las mañanas temprano, no debe regarse cuando las flores comiencen a abrirse, pues se corre el riesgo que aborten

y no se produzca frutos. El riego se hace más intenso cuando cuajen los primeros frutos (Hernández y Pastor, 2009).

La intensidad y frecuencia de riego deseable varía según el tipo de suelo, del clima y tipo de plantación. También manifiesta que aguanta una sequía transitoria, pero si se somete en plantación con frutos ya formados a periodos largos sin suficiente agua, hay propensión a la pudrición basal de frutos (Casseres, 1980).

3.5.10. Plagas del tomate

Gusano de tierra

Son varias las especies del orden lepidóptera, familia noctuidae, son gusanos de color grisáceo, verde o rosado, que viven en la tierra, suben a la superficie a causar daño cortando las plántulas de tomate. También se alimentan de hojas, tallos, flores y frutos. Estas se pueden evitar con un buen preparado del terreno, eliminando las malezas y realizando riegos pesados días antes de plantar. En cuanto al control químico se sugiere cebos tóxicos, aspersiones foliares como inhibidores de síntesis de quitina o *Bacillus thurigiensis* (Cisneros, 1995).

Mosca minadora

Son larvas de la familia agromyzidae, se alimentan del mesófilo o tejido interno de las hojas, las cuales causan minas tanto serpenteantes como lagunares según la especie, esto provoca menor fotosíntesis, se previene realizando deshierbos y riegos frecuentes. Los adultos pueden ser vector de transmitir virus o ser vías de entrada de enfermedades, si se tiene una alta infestación realizar aspersiones con insecticidas de profundidad o sistémicos (Cisneros, 1995).

Polilla del tomate

Es un micro lepidóptero cuyas larvas causan minas, alimentándose del mesófilo de las hojas, en cuanto a tallos realizan galerías hasta alcanzar la inserción de los foliolos, los pedúnculos y parte apical de las plantas, destruyendo futuras inflorescencias y dañan frutos, para prevenir su control es necesario eliminar restos del cultivo, realizar deshierbo y podas de las zonas afectadas si su densidad es mínima (Aguado et al., 2010).

Pulgones

Son pequeños insectos de 4 mm de longitud, presentan un cuerpo globoso, piriforme y frágil característica para ser reconocidos. No se movilizan en las hojas, son picadores chupadores succionando

contantemente savia provocando un debilitamientos a la planta. Son sensibles al ataque de otros insectos y patógenos. De debe eliminar las malezas para evitar la presencia de estos insectos, el control químicos se realiza utilizando aficidas productos específicos para esta plaga (Salas et al., 2016).

3.5.11. Enfermedades del tomate.

Oídio

Pariona et al. (2001), manifiesta que es una enfermedad de manchas blancas pulverulentas que se encuentran en hojas y tallos, causando posteriormente muerte de las zonas afectadas, en ataques severos pueden matar la planta. Se puede prevenir teniendo campos limpios, aireados y con ingreso de luz. En control químico difenzol, folicur y custodia 320.

Pudrición gris

Guzmán et al. (2017), refiere que es una enfermedad causada por el hongo *Botritis cinerea* y ataca en cualquier estado fenológico, una humedad relativa alta favorable y temperaturas de 20 °C son favorables para su ataque, se manifiestan en peciolo, tallos, hojas y frutos, aparecen lesiones acuosas primero para luego tornarse cancrasas y necróticas de color café claro, las que pueden estrangular la zona afecta parcial o total. Para

prevenir el campo tiene que estar ventilado, deshierbado y eliminar órganos enfermos en las podas.

Chupadera fungosa.

Mont y Fernández (1978), es una enfermedad que afecta a primeros estadios en el desarrollo de las plantas, es producida por *Rhizoctonia solani*, *Pythium* o *Fusarium*, los daños que ocasionan estas son:

Pre emergente, se caracteriza por ataque a la semilla antes de su germinación pudriéndola o afectando el hipocótilo con lesiones de diversas formas, tamaños y de color marrón oscuro, la cual causa estrangulamiento hasta su muerte.

Post emergente, se caracteriza por ataque al cuello de la plántula, donde causa estrangulamiento hasta provocar el tumbado.

Su prevención es utilizar semilla certificada de alto poder germinativo, buenas labores culturales y en cuanto control químico realizar aspersiones con fungicidas.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Tipo de investigación

La investigación fue del tipo experimental.

4.2. Ubicación

La investigación se llevó a cabo en Cerro Blanco desde el mes de noviembre a marzo del año 2019, en el fundo del Sr. Rolando Mamani Mamani, cuya ubicación política y geográfica fue:

Ubicación política

Distrito : Calana

Provincia : Tacna

Departamento : Tacna

Ubicación geográfica

Latitud sur : 17°59'08"

Latitud oeste : 70°11'31"

Altitud : 754 msnm

4.3. Historial del área de estudio

Los cultivos que le antecedieron fueron:

Campaña 2016, cultivo de papa

Campaña 2017, cultivo de tomate y papa

Campaña 2018, cultivo de tomate y papa

4.4. Características edáficas del campo experimental

Tabla 10. Propiedades físico - químicas del suelo del campo experimental

Cualidades generales		
Textura	Fr	Franco
Arena	39,6	%
Arcilla	20,4	%
Limo	40,0	%
Calcáreos		
CaCO ₃	0,36	%
pH	7,63	
CE (sales)	2,42	mS/cm
Nutrición principal		
MO	0,40	%
N (total)	0,016	%
P	108,50	ppm
K	2 430	ppm
CIC	18,20	meq/100 suelo
Ca ⁺⁺	10,40	meq/100 suelo
Mg ⁺⁺	2,15	meq/100 suelo
K ⁺	4,71	meq/100 suelo
Na ⁺	0,70	meq/100 suelo

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios (2019)

Según los resultados del análisis tabla 10, las características físico-químicas del suelo, fueron de textura franco; un pH de 7,63 siendo moderadamente alcalino; 0,40 % de MO siendo deficiente, con 108,5 ppm de fósforo disponible y 2 430 ppm de potasio disponible.

4.5. Agua de riego del campo experimental

El campo experimental conto con suministro de agua que proviene del rio Uchusuma.

4.6. Situación climática

Tabla 11. Datos meteorológicos registrados durante el ciclo del cultivo

Meses	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Precipitación (mm/día)
	Máxima	Mínima	Media		
Noviembre	25,3	12,7	19,0	76,5	0,070
Diciembre	27,0	13,7	20,4	76,0	0,003
Enero	27,3	16,0	21,6	77,6	0,806
Febrero	28,9	16,0	22,5	76,7	0,817
Marzo	28,0	15,8	21,9	78,8	0,000

Fuente: SENAMHI / DRD TACNA (2019-2020)

Los datos meteorológicos registrados por SENAMHI Tacna, Estación de Calana (2019-2020) de noviembre hasta marzo periodo en que comprendió la etapa de campo en la tabla 11, la temperatura media mensual registrada fue de 19 a 22,5 °C, siendo temperatura óptima para el desarrollo del tomate; tal como indican Monardes et al. (2009) y Casseres (1980). La humedad relativa fue de 76,0 a 78,8 %.

4.7. Material experimental

Se utilizó plantas de tomate cultivar 'Galilea', los plantines se adquirieron del vivero Sánchez ubicado en la localidad de Piedra Blanca, distrito de Calana, provincia y región Tacna. Los bioestimulantes utilizados fueron: Basfoliar algae, Aminophyllum total, Aminomar y Humimar.

Características del cultivar 'Galilea'

Es un tomate tipo roma, presenta un hábito de crecimiento determinado, los frutos son de excelente calidad. Este cultivar es muy productivo y se adapta a muchas condiciones ambientales, la planta es vigorosa y fuerte con buena área foliar; sin embargo, por su ciclo de producción y su hábito de crecimiento es considerado como semideterminado. Los frutos son de forma ovalada con un peso promedio de 150 a 170 g (Hazera, 2018).

4.8. Tratamientos en estudio

Los tratamientos utilizados fueron: t₁ Testigo (sin bioestimulante), t₂ Basfoliar algae (0,75 L/ha), t₃ Aminophyllum total (0,5 L/ha), t₄ Aminomar (0,5 L/ha) y t₅ Humimar (1 L/ha).

4.9. Variables de respuesta

Peso promedio de fruto (g)

Para evaluar el peso del fruto, se tomaron 15 frutos al azar por unidad experimental, los frutos se pesaron individualmente en la balanza analítica y finalmente se promediaron sus valores para obtener el peso promedio de fruto expresándose en gramos.

Diámetro polar de fruto (mm)

De cada unidad experimental se eligieron 10 frutos al azar y se midieron el diámetro polar de cada fruto desde la base hasta la parte apical del fruto utilizando un vernier.

Diámetro ecuatorial de fruto (mm)

Los frutos seleccionados para medir la variable anterior, se midieron el diámetro ecuatorial en la parte media utilizando un vernier.

Número de racimo por planta

Se eligieron 10 plantas al azar por unidad experimental y se contó todos los racimos florales.

Peso de fruto por unidad experimental (kg)

En cada cosecha se pesaron todos los frutos cosechados por unidad experimental en una balanza digital expresándose en kg.

Rendimiento por hectárea (t/ha)

El peso de frutos por unidad experimental mediante una fórmula matemática se llevó a hectárea expresándose en t/ha.

4.10. Diseño experimental

Se empleó el diseño experimental completamente aleatorio (DCA) con seis repeticiones por tratamiento. Su modelo aditivo lineal fue:

$$\hat{y}_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

\hat{y}_{ij} = Observación en la unidad experimental

μ = promedio general

τ_i = efecto del tratamiento en la unidad experimental

ε_{ij} = efecto del factor no controlado

4.11. Características del campo experimental:

a. Parcela experimental

Largo : 40 m

Ancho : 30 m

Área total : 1 200 m²

b. Unidad experimental

Largo : 40 m

Ancho : 1 m

Área total : 40 m²

Unidades experimentales: 30

Plantas por unidad experimental: 80 plantas

Distancia entre plantas: 0,5 m.

Distancia entre surcos: 1,0 m.

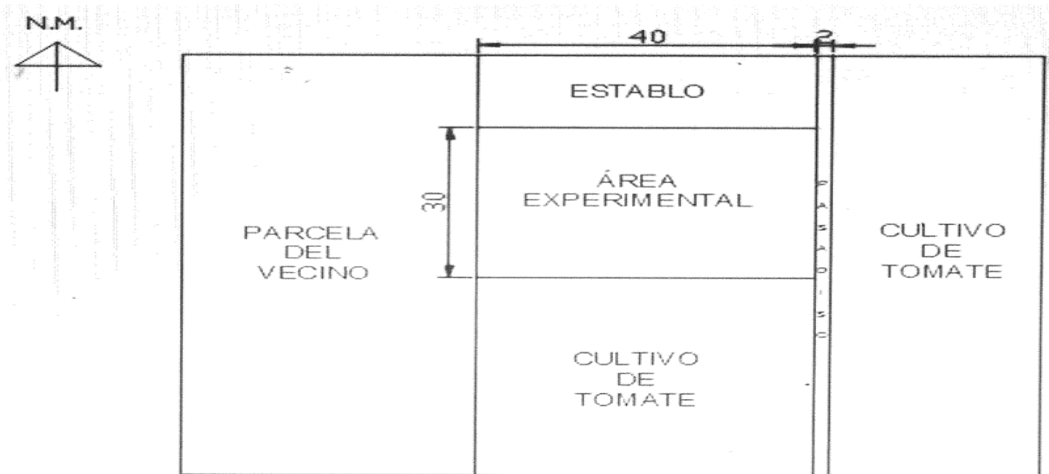


Figura 2. Croquis del área experimental

Fuente: Elaboración propia

4.12. Aleatorización de tratamientos

R1	t1	t0	t2	t2	t3
R2	t3	t4	t4	t0	t1
R3	t2	t4	t3	t1	t0
R4	t2	t1	t2	t0	t3
R5	t4	t4	t3	t1	t2
R6	t1	t3	t4	t0	t0

Figura 3. Aleatorización de tratamientos en el campo experimental

Fuente: Elaboración propia

4.13. Análisis estadístico:

El análisis de varianza (ANVA), se realizó utilizando la prueba F con un $\alpha = 0,05$ y $0,01$ de significación. Para realizar la comparación de medias de tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de significación.

4.14. Conducción de cultivo

Muestreo del suelo

Se tomó la muestra del suelo antes de realizar la preparación del suelo (mayo del 2016), la que se envió al laboratorio de *Análisis Químicos y Servicios de Arequipa* para su análisis de caracterización.

Preparación del terreno

Se realizó a finales del mes de octubre del año 2019. Primeramente, se realizó la limpieza de los residuos de la cosecha anterior y malezas en todo el campo experimental, posteriormente se incorporó estiércol de vacuno a razón de 10 t/ha para luego roturar el suelo con un tractor agrícola marca Kubota con arado rotovator, seguidamente se niveló el campo, acto seguido, se trazaron los surcos y finalmente se tendieron las mangueras de riego en cada surco.

Riego

Se empleó el riego por goteo, el primer riego fue pesado con la finalidad de ahogar gusanos de tierra que podrían estar en el campo. Este riego se realizó un día antes de realizar el trasplante de los plantines de tomate, posteriormente se regó de manera adecuada todos los días según sus necesidades hídricas y etapas fenológicas de cultivo. La frecuencia del riego fue día por medio y por un tiempo de 30 minutos.

Trasplante y replante

El trasplante a campo se realizó el 11 de noviembre del 2019 a los 30 días después de la siembra en bandejas, esta labor se realizó manualmente, los distanciamientos utilizados fue 1 m entre surcos y 0,5 m entre plantas.

El replante se realizó 15 días después del trasplante, en aquellas plantas que fueron dañadas severamente por los gusanos de tierra y hongos que provocaron la chupadera fungosa, y con la finalidad de tener igual número de plantas en todas las unidades experimentales.

Control fitosanitario

Se realizó de manera oportuna según evaluaciones previas antes de la aparición de las plagas y/o enfermedades, se realizaron un total de 10

aplicaciones para el control de diversas plagas como: el gusano de tierra, mosca blanca, mosca minadora, polilla. Las enfermedades patógenas que se presentaron fueron chupadera fungosa y oídium.

Control de malezas

El control de plantas no deseadas se realizó utilizando lampas y picos, el primer deshierbe se hizo a los 22 días después del trasplante, el segundo deshierbe se realizó junto con el aporque que fue a los 39 días, el tercer, cuarto, quinto y sexto deshierbe se realizaron a los 53; 63; 78 y 93 días de trasplante.

Fertilización

Para la fertilización se utilizó la fórmula de 200; 120 y 180, de nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) respectivamente.

No se aplicó fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O), ya que el suelo aportó todo lo que requería el cultivo para su producción.

El nitrógeno se aplicó continuamente cada tres a cuatro días por sistema de riego. En total se realizaron 24 dosificaciones de nitrógeno. La primera dosis se aplicó a los 19 días después del trasplante a campo definitivo, las dosificaciones se realizaron utilizando 2,2 kg de urea con una frecuencia

de tres a cuatro días, hasta alcanzar los 52,2 kg de urea que se requería para el área experimental.

Poda

La poda se realizó el día 11 de diciembre del 2019, a los 30 días después del trasplante, en forma de “Y”, eliminando 4 a 5 ramas contando desde la parte basal del tallo hacia arriba, dejando las ramas cercanas al primer racimo floral.

Aplicación de tratamientos

Los tratamientos (bioestimulantes) se aplicaron siguiendo las especificaciones técnicas del fabricante.

Se realizaron cuatro aplicaciones foliares de los bioestimulantes mezclado con adherente y sin combinar con otro producto ya sea insecticida y/o fungicida; las aplicaciones fueron: la 1ra. aplicación se realizó el 05 diciembre del 2019, 24 días después del trasplante (DDT), las plantas empezaron abrir sus flores en el primer racimo floral. La 2da. aplicación se realizó el 21 de diciembre del 2019, 40 DDT, cuando la planta se encontraba en plena floración, cuajado y crecimiento del fruto en el primer racimo floral. La 3ra. aplicación se realizó el 04 de enero del 2020, 54 días DDT, las plantas seguían en floración, cuajado y crecimiento de

frutos. La 4ta. aplicación se realizó el 21 de enero del 2020, 71 días DDT cuando ya se realizaron dos cosechas.

Acomodo de plantas

Se realizó en cuatro oportunidades con la finalidad de tener todas las plantas en un solo sentido y así facilitar las labores culturales como control fitosanitario, aplicación de los tratamientos, control de malezas, aporque y cosecha de frutos.

Aporque

El aporque se realizó con la finalidad de mantener limpio el campo, tener a las plantas según correspondan tanto hacia arriba o hacia abajo, también para que las plantas desarrollen mejor su sistema radicular.

Cosecha

Se realizó manualmente cuando los frutos alcanzaron su madurez fisiológica, teniendo una coloración anaranjada a rojo, la cosecha se realizó colocando los frutos en jabs de plástico por cada unidad experimental de tal manera, que luego se pueda tomar datos como peso de frutos, diámetro polar y ecuatorial de frutos, después de tomar todos los datos fueron clasificadas por categorías primera, segunda y tercera. Se realizaron dos cosechas por semana, tanto los días lunes y viernes.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Peso promedio de fruto (g)

Tabla 12. Análisis de varianza del peso promedio de fruto

F.V.	gl	SC	CM	Fc	F α		Sig.
					0,01	0,05	
Tratamientos	4	1 288,11	322,03	3,45	4,18	2,76	*
Error	25	2 332,14	93,29				
Total	29	3 620,25					

CV= 6,69% *= Significativo

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis de varianza para el peso promedio de fruto de tomate cultivar 'Galilea', se presenta en la tabla 12, se observa significación estadística para tratamientos, esto quiere decir que al menos un tratamiento tiene un promedio diferente a los demás. El coeficiente de variación fue 6,69 %.

Al encontrarse significación estadística en el ANVA se realizó la prueba de rango múltiple de Tukey al 5 % para determinar el mejor tratamiento.

Tabla 13. Prueba de Tukey para peso promedio de frutos

Orden de merito	Tratamientos	Bioestimulante	Promedios (g)	Sig.	
1°	t2	Aminophyllum total	180,68	a	
2°	t4	Humimar	170,82	a	b
3°	t3	Aminomar	169,20	a	b
4°	t1	Basfoliar algae	167,26	a	b
5°	t0	Testigo	160,39	b	

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la prueba de Tukey al 5 %, tabla 13, se observa que los tratamientos t₂ (Aminophyllum total); t₄ (Humimar); t₃ (Aminomar) y t₁ (Basfoliar algae) son estadísticamente similares con 180,68; 170,82; 169,20 y 167,26 g respectivamente, superando al testigo cuyo promedio fue de 160,39 g.

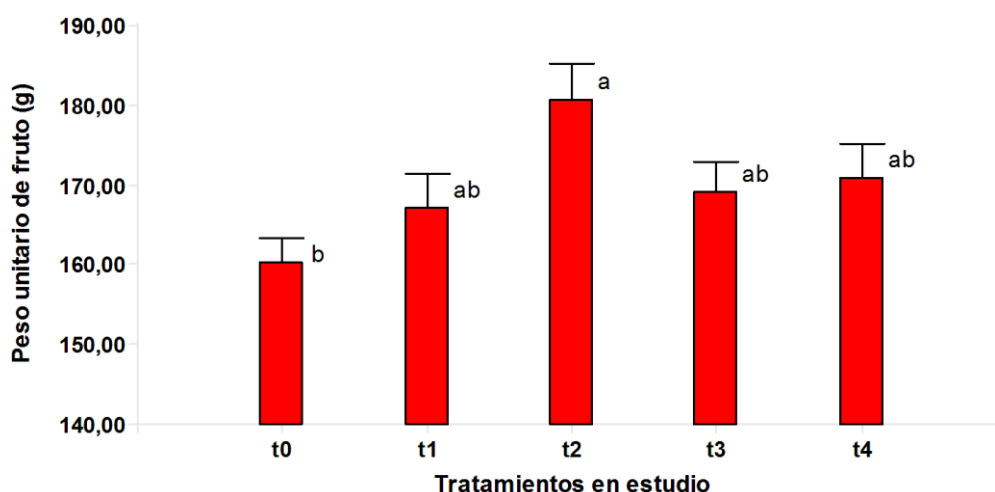


Figura 2. Grafica de barras del peso unitario de fruto del tomate cultivar ‘Galilea’

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la presente investigación respecto al peso del fruto con la aplicación de los bioestimulantes, en contraste con las investigaciones realizadas. Avendaño (2011) evaluó diferentes bioestimulantes aplicados vía foliar en plantas de tomate; observó una estimulación positiva en el crecimiento del fruto de tomate. Por otro lado, Ancco (2013), al aplicar dosis de bioestimulante promalina en plantas de tomate encontró mayores pesos de fruto unitario. Esto podría deberse a las aplicaciones realizadas en etapas de floración y cuajado, después de la fecundación los tejidos del ovario se desarrollan rápidamente.

Por otro lado, Fresquet (2008) indica que “en la primera fase del crecimiento del fruto, se caracteriza porque se dan numerosas divisiones celulares. Cuando cesan las divisiones celulares los frutos continúan creciendo a través del agrandamiento o expansión celular hasta que este alcance tu tamaño final. En esta etapa se acumula el almidón, los ácidos orgánicos y otros compuestos”. Investigaciones realizadas utilizando diferentes bioestimulantes compuestos con aminoácidos, ácidos húmicos y fúlvicos en pequeñas cantidades, influyen positivamente sobre el cuajado, desarrollo del fruto (peso, longitud y diámetro), el número de frutos por planta aumenta (Befrozfar et al., 2013).

5.2. Diámetro polar del fruto (mm)

Tabla 14. Análisis de varianza para el diámetro polar del fruto

F.V.	gl	SC	CM	Fc	F α		Sig.
					0,01	0,05	
Tratamientos	4	143,96	35,99	5,29	4.18	2.76	**
Error	25	169,97	6,80				
Total	29	313,94					

CV= 3,69% **=Altamente significativo

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el diámetro polar de fruto de tomate cultivar 'Galilea' en la tabla 14, se encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos, es decir, que al menos uno de los tratamientos obtuvo un promedio diferente a los demás con un coeficiente de variación que fue de 3,69%.

Tabla 15. Prueba de Tukey para diámetro polar del fruto

Orden de merito	Tratamientos	Bioestimulante	Promedios (mm)	Sig.	
1°	t2	Aminophyllum total	73,70	a	
2°	t4	Humimar	71,64	a	b
3°	t3	Aminomar	71,37	a	b
4°	t1	Basfoliar algae	69,86	a	b
5°	t0	Testigo	67,10	b	

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la prueba de Tukey al 5 % de significación para el diámetro polar del fruto, tabla 15. Se observa que los tratamientos t₂ (Aminophyllum total); t₄ (Humimar), t₃ (Aminomar) y t₁ (Basfoliar algae) sus

promedios son estadísticamente similares y superiores al testigo. Sin embargo, el tratamiento t₂ obtuvo el mayor promedio con 73,70 mm mientras que el tratamiento testigo logró el menor promedio con 67,10 mm.

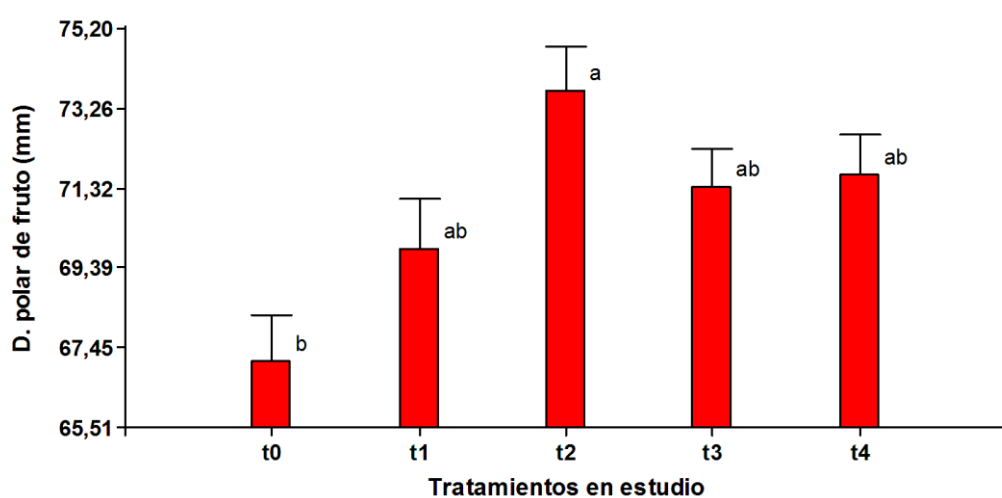


Figura 3. Grafica de barras del diámetro polar de fruto del tomate cultivar ‘Galilea’
Fuente: Elaboración propia

5.3. Diámetro ecuatorial de fruto (mm)

Tabla 16. Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial del fruto

F.V.	gl	SC	CM	Fc	F		Sig.
					0,01	0,05	
Tratamientos	4	80,14	20,04	6,10	4.18	2.76	**
Error	25	82,05	3,28				
Total	29	162,19					

CV= 3,17 %

**= Altamente significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16, se observan los resultados del análisis de varianza para el diámetro ecuatorial del fruto de tomate cultivar 'Galilea', indica que existe diferencias altamente significativas para los tratamientos (bioestimulantes), es decir, al menos un tratamiento tiene promedio diferente a los demás. El coeficiente de variación fue 3,17 %.

Tabla 17. Prueba de Tukey para diámetro ecuatorial del fruto

Orden de mérito	Tratamientos	Bioestimulante	Promedios (mm)	Sig.	
1°	t2	Aminophyllum total	59,57	a	
2°	t4	Humimar	57,49	a	b
3°	t3	Aminomar	57,33	a	b
4°	t1	Basfoliar algae	56,59	a	b
5°	t0	Testigo	54,49	b	

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la prueba de Tukey al 5 % de significancia, muestra que en la tabla 17, los tratamientos t₂ (Aminophyllum total); t₄ (Humimar), t₃ (Aminomar) y t₁ (Basfoliar algae) son estadísticamente similares y superiores al control. No obstante, el tratamiento t₂ logró el mayor promedio con 59,57 mm, mientras que el tratamiento control obtuvo el menor promedio con 54,49 mm.

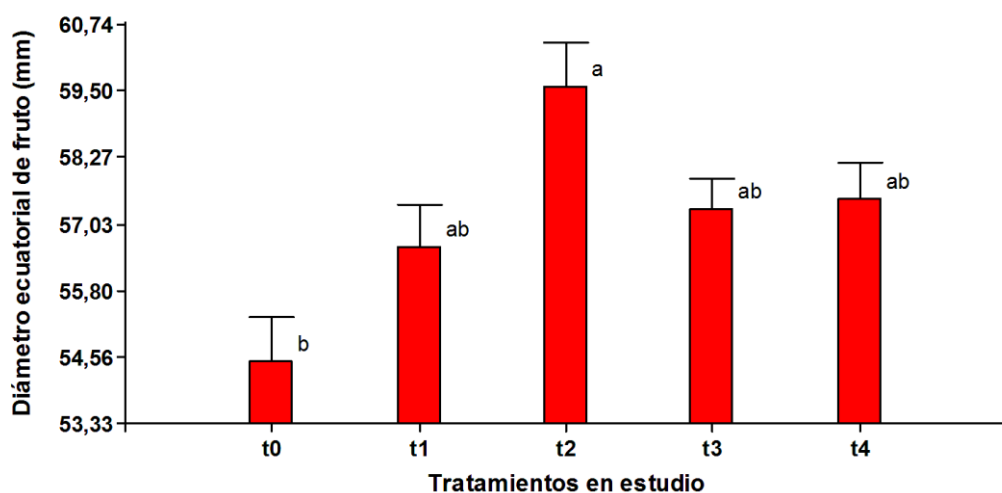


Figura 4. Grafica de barras del diámetro ecuatorial del fruto de tomate cultivar 'Galilea'

Fuente: Elaboración propia

El diámetro polar y ecuatorial del fruto se incrementaron con la aplicación de los bioestimulantes. Estos resultados tienen relación con lo reportado por Avendaño (2011) que aplicó diferentes bioestimulantes en cultivo de tomate, observando un aumento en el crecimiento de los frutos comparados con el testigo. Asimismo, Ancco (2013) aplicó diferentes dosis del bioestimulante Promalina en plantas de tomate, los resultados obtenidos reportaron mayor diámetro polar y ecuatorial de frutos. Posiblemente el efecto de estos bioestimulantes cuya composición presenta un alto contenido de compuestos bioauxínicos, biogiberélicos, aminoácidos, extractos de algas, sustancias húmicas macronutrientes y

micronutrientes, estimulen de la división y expansión celular activando el crecimiento radicular aumentando el crecimiento de frutos (Caruso, 2019).

5.4. Número de racimos florales por planta (unid.)

Tabla 18. Análisis de varianza de número de racimos florales por planta

F.V.	gl	SC	CM	Fc	F α		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamientos	4	19,19	4,80	2,82	2.76	4.18	*
Error	25	42,48	1,70				
Total	29	61,67					

CV= 8,62% *= Significativo

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis de varianza para el número de racimos florales por planta del tomate cultivar ‘Galilea’ en la tabla 18, se encontró diferencias estadísticas significativas para los tratamientos, lo cual nos indica que al menos un tratamiento tiene promedio diferente. Su coeficiente de variación fue 8,62 %.

Tabla 19. Prueba de Tukey para número de racimos florales por planta

Orden de merito	Tratamientos	Bioestimulante	Medias	Sig.	
1°	t2	Aminophyllum total	16,47	A	
2°	t1	Basfoliar algae	15,52	A	B
3°	t3	Aminomar	14,78	A	B
4°	t4	Humimar	14,67	A	B
5°	t0	Testigo	14,17	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la prueba de Tukey al 5 % para el número de racimos florales que se muestran en la tabla 19. Se observa que los mejores tratamientos son el t₂ (Aminophyllum total), t₁ (Basfoliar algae), t₃ (Aminomar) y t₄ (Humimar) con promedios estadísticamente similares y superiores al tratamiento control. No obstante, el tratamiento t₂ obtuvo el mayor promedio con 16,47 de racimos florales y el tratamiento control obtuvo el menor promedio con 14,17 de racimos florales.

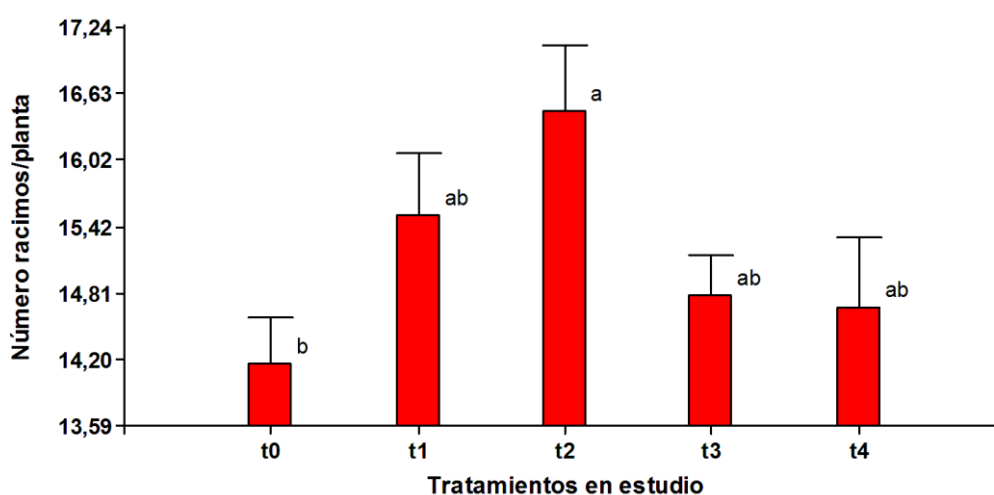


Figura 5. Grafica de barras número de racimos florales por planta del tomate cultivar 'Galilea'

Fuente: Elaboración propia

Probablemente, la presencia de moléculas de señalización en el bioestimulante, como los aminoácidos libres, promovió la biosíntesis fitohormonal endógena estimulando así el crecimiento y el cuajado de frutos. De hecho, varios autores demostraron que la aplicación de

bioestimulantes de origen vegetal exhibía una actividad similar a la de las citoquininas que promueve la división celular (Francesca et al., 2020).

5.5. Peso de fruto por unidad experimental (kg)

Tabla 20. Análisis de varianza para el peso de fruto por unidad experimental

F.V.	gl	SC	CM	Fc	Fa		Sig.
					0,01	0,05	
Tratamientos	4	1 4312,17	3 578,04	3,04	2.76	4.18	*
Error	25	2 9452,47	1 178,10				
Total	29	4 3764,63					

CV= 10,49% *= Significativo

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el peso de fruto por unidad experimental, se presenta en la tabla 20, observándose diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, por consiguiente, algún tratamiento tiene valores medios diferente con un coeficiente de variación de 10,49 %.

Tabla 21. Prueba de Tukey para el peso de fruto por unidad experimental

Orden de mérito	Tratamientos	Bioestimulante	Promedio (kg)	Sig.	
1°	t2	Aminophyllum total	363,39	a	
2°	t4	Humimar	336,02	a	b
3°	t1	Basfoliar algae	321,38	a	b
4°	t3	Aminomar	318,57	a	b
5°	t0	Testigo	297,38		b

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la prueba de Tukey al 5 % de la tabla 21, se observa que los mejores tratamientos son: el t2 (Aminophyllum total), t4 (Humimar),

t₁ (Basfoliar algae) y t₃ (Aminomar), con rendimientos estadísticamente similares y superiores al control. No obstante, el tratamiento t₂ obtuvo el mayor valor y el menor valor lo tuvo el testigo cuyos valores fueron 363,39 y 297,38 kg respectivamente.

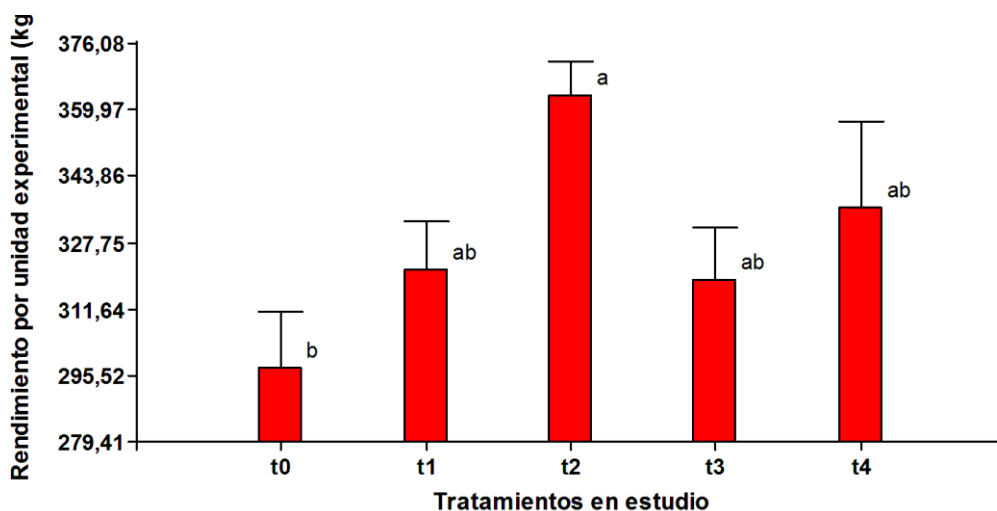


Figura 6. Gráfica de barras peso de fruto por unidad experimental de tomate cultivar 'Galilea'
Fuente: Elaboración propia

5.6. Rendimiento por hectárea (t/ha)

Tabla 22. Análisis de varianza para el rendimiento por hectárea

F.V.	gl	SC	CM	Fc	F α		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamientos	4	894,56	223,64	3,04	2.76	4.18	*
Error	25	1840,75	73,63				
Total	29	2735,31					

CV= 10,49 % *= Significativo

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de varianza para el rendimiento por hectárea en la tabla 22, se observa diferencias estadísticas significativas para los tratamientos, esto quiere decir que más de un tratamiento presenta valores diferentes. El coeficiente de variación fue 10,49 %.

Tabla 23. Prueba de Tukey para el rendimiento por hectárea

Orden de merito	Tratamientos	Bioestimulante	Medias(t/ha)	Sig.	
1°	t2	Aminophyllum total	90,85	a	
2°	t4	Humimar	84,00	a	b
3°	t1	Basfoliar algae	80,35	a	b
4°	t3	Aminomar	79,64	a	b
5°	t0	Testigo	74,34	b	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Fuente: Elaboración propia

En la prueba de Tukey al 5 % de significación para el rendimiento por hectárea en la tabla 23, se aprecia que los mejores tratamientos son: el t₂ (Aminophyllum total), t₄ (Humimar), t₁ (Basfoliar algae) y t₃ (Aminomar) siendo estadísticamente similares y superiores al testigo. Sin embargo, el mayor valor fue 90,85 t/ha y el menor valor fue 74,34 t/ha correspondientes al tratamiento t₂ (Aminophyllum total) y al testigo.

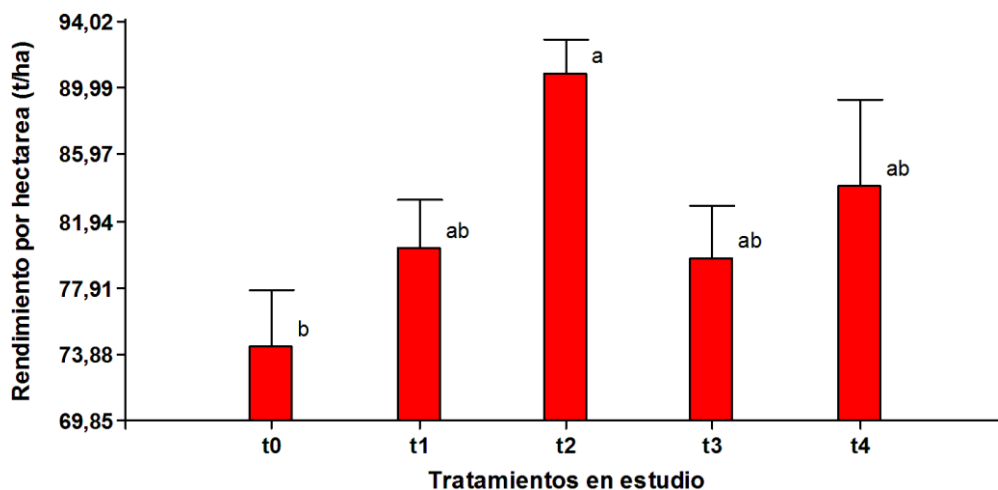


Figura 7. Gráfica de barras rendimiento por hectárea de tomate cultivar 'Galilea'

Fuente: Elaboración propia

Los resultados encontrados muestran un incremento en el rendimiento por unidad experimental y hectárea con la aplicación bioestimulantes en comparación con el testigo. Resultados que al ser comparados con los resultados reportados por Avendaño (2011) quien encontró un incremento en el rendimiento por hectárea del cultivo de tomate al aplicar diferentes bioestimulantes (69,41 t/ha con Satisfy; 64,66 t/ha con X-Cyte y 59,58 t/ha con Flower Power) comparados con el testigo. Por otro lado, Ancco (2013) al aplicar diferentes dosis del bioestimulante promalina halló un incremento en el rendimiento por hectárea, los cultivares 'Gonia 30' y 'To01 P08' con 51,4 y 47,2 t/ha fueron los que obtuvieron los mejores rendimientos en comparación con el tratamiento testigo.

Estos efectos positivos de los bioestimulantes en el rendimiento de frutos por hectárea pueden deberse a que los aminoácidos, fitohormonas (auxinas, giberelina y citoquininas), algas marinas, sustancias húmicas macronutrientes y micronutrientes que son las sustancias que se encuentran en su composición química, favorecen los procesos fisiológicos originando un ahorro de energía para la planta y poder utilizarla en otros procesos fisiológicos tales como la floración, el cuajado, el crecimiento y desarrollo de frutos. La aplicación de bioestimulantes mejoró el rendimiento y la calidad de los frutos del tomate (Francesca et al., 2020; Caruso, 2019).

Csizinszky (2003) demostró que el bioestimulante ha logrado un efecto positivo en el rendimiento del tomate, si se agrega nitrógeno y potasio. Esos resultados están en correlación con los nuestros, pero también demostramos que los bioestimulantes mejoraron el rendimiento del tomate. El objetivo de la agricultura moderna es aminorar el uso de los insumos sin perjudicar el rendimiento y la calidad de los frutos, la aplicación de los bioestimulantes a través de diferentes vías puede proporcionar ese equilibrio. Los bioestimulantes se consideran sustancias que mejoran el crecimiento y el rendimiento, ya que mejoran la absorción de nutrientes y participan en la defensa antioxidante. Algunos autores creen que los ácidos húmicos son fisiológicamente los componentes más significativos de los bioestimulantes naturales, por sus grupos funcionales oxigenados (CO_2H_2 ,

OH fenoles y C=O) que interactúan con iones metálicos mejorando la absorción de nutrientes (Koleška et al., 2017). Estudios realizados utilizando diferentes bioestimulantes compuestos por aminoácidos, ácidos húmicos y fúlvicos en pequeñas cantidades, incrementan los componentes cuantitativos del rendimiento, como el peso medio, la longitud y el diámetro de los frutos. Asimismo, aumentan el cuajado incrementando el número de frutos por planta (Befrozfar et al., 2013).

CONCLUSIÓN

Los bioestimulantes Aminophyllum total (t2); Humimar (t4); Basfoliar algae (t1) y Aminomar (t3) lograron los mayores rendimientos con 90,85; 84,00; 80,35 y 79,64 t/ha respectivamente, mientras que el tratamiento testigo obtuvo un rendimiento promedio de 74,34 t/ha. Asimismo, los bioestimulantes incrementaron peso unitario, diámetro polar y ecuatorial del fruto, y el número de racimos por planta en el tomate cultivar 'Galilea'.

RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar el bioestimulante Aminophyllum total, Humimar, Basfoliar algae y Aminomar con cuatro aplicaciones vía foliar en etapas de floración, cuajado y desarrollo de frutos del tomate cultivar 'Galilea' para incrementar el rendimiento y sus componentes.

Se recomienda realizar investigaciones utilizando estos bioestimulantes en otros cultivares de tomate, en otras zonas altitudinales y dosificaciones de estos bioestimulantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguado, A., Nuñez, E., y Albadat, A. (2010). *La polilla del tomate*.
Informaciones técnicas.
- Aquise, L. (2018). *Efecto de la aplicación de nitrógeno y Azotobacter chroococcum en el rendimiento del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) variedad Galilea en el CEA III Los Pichones – Tacna*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Perú.
- Ancajima, L. (2016). *Aplicación de bioestimulantes en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en condiciones del valle de cañete*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Anahua, M. (2011). *Influencia de niveles de fertilización nitrogenada y fosforada en el rendimiento del tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) cv. Lía*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- Arellano, M., Gutiérrez, M. A. (2006). Rendimiento y calidad poscosecha de tomate bajo diferentes esquemas de fertilización al suelo. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 12(1): 113-118.

- Avendaño, J. (2011). *Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) variedad Lía en el C.E.A. III Fundo Los Pichones*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- Azcón, J., y Talón, M. (2013). *Fundamentos de fisiología vegetal*. España: McGraw-Hill-Interamericana de España, S.L.
- Barbado, J. (2003). *Huertas orgánicas*. Argentina: Albatros.
- Befrozfar, M. R., Habibi, D., Asgharzadeh, A., Sadeghi-Shoae, M., y Tookaloo, M. R. (2013). Vermicompost, plant growth promoting bacteria and humic acid can affect the growth and essence of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Ann Biol Res*, 4(2): 8-12.
- Borrero, Y., Cabrera, M., Rojas, O., Angarica, El., Rodríguez, A. (2012). Efecto del bioestimulante fitomás-E en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), híbrido ha- 3057 bajo condiciones de casa de cultivo protegido. *Ciencia en su PC*, 1: 35-46.
- Bidwell, R. (1993). *Fisiología vegetal*. México: A.G.T. Editor, S.A.
- Bioactivador. (2019). Catálogo Agrícola virtual. Recuperado de: <https://www.bioactivador.com.pe/catalogo-agricola-biactivador/>
- Canales, B. (1999). Enzimas-algas: posibilidades de uso para estimular la producción agrícola y mejora de suelos. *Terra Latinoamericana*, México, 17(3): 271-275.

- Carvajal, J., y Mera, A. (2010). *Fertilización biológica: técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible*. Producción más Limpia. Santa Marta, Colombia.
- Casseres, E. (1980). Producción de hortalizas. Costa Rica: Editorial IICA.
- Chávez, S. L., Alvarez, F. A., y Ramírez, F. R. (2012). Apuntes sobre algunos reguladores del crecimiento vegetal que participan en la respuesta de las plantas frente al estrés abiótico, *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*. Cultivos Tropicales, 33(3): 47-56.
- Cisneros, F. (1995). *Control de plagas agrícolas*. Lima, Perú.
- Colla, G., y Roupael, Y. (2015). Biostimulants in horticulture. *Rev. Scientia Horticulturae*, 196: 1-2.
- COMPO EXPERT. (2010). *Ficha técnica de Basfoliar Algae*. Recuperado de http://p112117.typo3server.info/fileadmin/user_upload/compo_expert/cl/documents/Basfoliar_Algae_2010.pdf
- Csizinszky, A. A. (2003). *Response of „Florida 47 “tomato to soil and foliar-applied biostimulants and N and K rates*. 116. In Annual Meeting of the Florida State Horticultural Society. Program and abstract book (Vol. 125).

- Cuesta, G., y Mondaca, E. (2014). Efecto de un biorregulador a base de auxinas sobre el crecimiento de plantines de tomate. *Revista Chapingo. Serie Horticultura* 20(2): 215-222.
- Du Jardin, P. (2015). Plant Biostimulants: Definition, Concept, Main Categories and Regulation. *Rev. Scientia Horticulturae*, 196: 3-14.
- FAO. (2019). Food and Agriculture Organization Nations. Recuperado de: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Francesca, S., Arena, C., Hay Mele, B., Schettini, C., Ambrosino, P., Barone, A., y Rigano, M. M. (2020). The use of a plant-based biostimulant improves plant performances and fruit quality in tomato plants grown at elevated temperatures. *Agronomy*, 10(3): 363.
- Fresquet, S. (2017). *Bioestimulantes para la floración y cuajado de los frutos*. Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes
- García, J., Mendoza, A., y Mayek, N. (2012). Effect of Azospirillum on maize yield in northern Tamaulipas, Mexico. *Revista Universidad y Ciencia*, 28 (1) 78-84.
- García, G. P. (2018). *Efecto de la aplicación de bioestimulantes en el rendimiento del tomate*. (Trabajo final). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina. 24 pp.

- Granados, E. (2015). *Efecto de bioestimulantes foliares en el rendimiento del cultivo de berenjena; Ocos, San Marcos*. (Tesis de grado). Universidad Rafael Landívar, México. 60 pp.
- Hazera (2014). *Galilea – I Hazera Latín América*. Recuperado de: <https://w.w.w.hazeralatinamerica.com/wp-content/uploads/products-pdf/product-5557.pdf>
- Hazera (2017). *Recommended codes for pest organisms in vegetable crops*. Recuperado de: <https://www.hazeralatinamerica.com/wp-content/uploads/2018/03/Path codes May 2017-vegetables.pdf>
- Hernández, P. y Manzano, J. (2009). *El tomate, su cultivo y sus enfermedades*. Murcia, España.
- Hernández, R. M. (2013). *Efecto de extractos de algas marinas como promotores de crecimiento de resistencia de plantas de tomate (Solanum lycopersicum)*. (Tesis Doctoral). Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). Perú panorama económico departamental. Informe técnico N° 5 y 11. 4; 5 y 11 pp.
- Koleška, I., Hasanagić, D., Todorović, V., Murtić, S., Klokić, I., Parađiković, N., y Kukavica, B. (2017). Biostimulant prevents yield loss and reduces oxidative damage in tomato plants grown on reduced NPK nutrition. *Journal of Plant Interactions*, 12(1): 209-218

- Lluna, R. (2006). Hormonas vegetales: crecimiento y desarrollo de la planta.
- Maroto, J. (1983). Horticultura Herbácea Especial. Madrid: Mundi-Prensa
- Matos, C. (2012). *Efecto de cuatro niveles de calcio en la pudrición apical del fruto de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) var. Lía*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú
- Medjodoub, R. (2007). *Las algas marinas y la agricultura*. Zaragoza, España. Recuperado de: http://catsaigner.adiego.com/sites/default/files/las_algas_marinas.pdf
- MINAGRI. (2017). *Boletín Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera III – trimestre*. SIEA. Lima, Perú.
- MINAGRI, DGESEP y DEA. (2018). *Anuario Estadístico de Producción Agrícola 2017*. Perú.
- Monardes, H., Escalona, V., Alvarado, P., Urbina, C., y Martin, A. (2009). *Manual de Cultivo de Tomate (Lycopersicum esculentum Mill.)*. Nodo Hortícola VI; Chile.
- Mont, R. y Fernández, E. (1978). *Fitopatología agrícola*. Lima, Perú.
- Pari, D. (2018). *Análisis agroeconómico del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) en el distrito de Calana, Región Tacna*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Perú.

- Pérez, M.; Vázquez, V.; Osuna, J. (2008). Uso de giberelinas para modificar crecimiento vegetativo y floración en mango 'Tommy Atkins' y 'Ataulfo'. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 14(2):169-175.
- Pineda, R. (2003). "A propósito de ecología, agricultura y fertilizantes". Manejo de la fertilidad en agro ecosistemas de los Andes Tropicales/MIP vs. MSS. Perú, Piura
- Ramírez, H., Herrera, B., Méndez, Y., Benavides, A., De la cruz, J., Álvarez, V., Rancaño, J., y Villareal, J.A. (2008). Prohexadiona de calcio disminuye el contenido de giberelinas endógenas en ápices de tomate saladette y chile pimiento. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 14(2): 193-198.
- Ramírez, H., Peralta, R. M., Benavides, A., Sánchez, A., Robledo, V., y Hernández, J. (2005). Efectos de prohexadiona – Ca en tomate y su relación con la variación de la concentración de giberelinas y citocininas. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 11(2): 283-290.
- Rodríguez, R. (1984). *Cultivo moderno del tomate*. Madrid España: Mundi-Prensa.
- Saborío, F. (2002). Bioestimulantes en la fertilización foliar: principios y aplicaciones. Memoria. Costa Rica.
- Salas, C., Quiroz, C. y Puelles, J. (2016). *Plagas de tomate*. Santiago – Chile. Instituto Nacional de Investigadores. Inia Intihuasi.

- Terry, E., Falcón, A., Ruiz, J., Carrillo, Y., y Morales, Hugo. (2017). Respuesta agronómica del cultivo de tomate al bioproducto QuitoMax®. *Cultivos Tropicales*, 38(1):147-154.
- Tucker, G. A., Robertson, N. G., y Grierson, D. (1980). Changes in poligalacturonaseisoenzymes during the rip-enimg of normal and mutant tomato fruit. *Biochem*, 112: 119-124.
- Veobides, H., Guridi, F., y Vázquez, V. (2018). Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. *Cultivos Tropicales*, 39 (4): 102-109.
- Zermeño, A., López, B., Melendres, A., Ramírez, H., Cárdenas, J., y Munguía, J. (2015). Seaweed extract and its relation to photosynthesis and yield of a grapevine plantation. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12: 2437-2446.

ANEXOS

Anexo 1. Datos originales de peso promedio de fruto (g)

Tratamientos	Repeticiones						Promedio
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	
t0	163,27	163,67	164,93	166,13	156,47	147,87	160,39
t1	177,33	177,60	160,93	167,87	168,60	151,20	167,26
t2	186,80	182,27	177,13	188,20	189,80	159,87	180,68
t3	183,27	172,67	157,53	164,80	172,53	164,40	169,20
t4	153,20	164,53	181,80	170,87	177,07	177,47	170,82

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Datos originales de diámetro polar de fruto (mm)

Tratamientos	Repeticiones						Promedio
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	
t0	71,78	68,96	66,80	65,85	64,91	64,29	67,10
t1	74,89	69,83	69,94	65,90	70,14	68,43	69,86
t2	77,05	74,15	73,09	69,50	75,65	72,73	73,70
t3	74,54	73,46	69,73	69,35	71,31	69,85	71,37
t4	75,59	72,97	69,85	68,69	71,55	71,21	71,64

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Datos originales de diámetro ecuatorial de fruto (mm)

Tratamientos	Repeticiones						Promedio
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	
t0	57,51	55,94	54,38	52,77	54,36	51,99	54,49
t1	59,95	56,87	56,31	54,06	56,78	55,59	56,59
t2	61,28	60,53	58,40	56,16	61,57	59,47	59,57
t3	58,49	58,86	56,85	55,67	57,90	56,22	57,33
t4	59,52	59,27	55,84	55,75	57,77	56,78	57,49

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Datos originales de número de racimos florales (unidades)

Tratamientos	Repeticiones						Promedio
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	
t0	13,10	14,40	14,40	13,40	15,90	13,80	14,17
t1	14,20	13,50	15,70	15,90	16,90	16,90	15,52
t2	14,70	15,60	19,10	16,20	16,80	16,40	16,47
t3	14,00	13,60	15,50	14,60	15,10	15,90	14,78
t4	12,10	16,60	15,00	14,00	14,30	16,00	14,67

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Datos originales peso de fruto por unidad experimental (kg)

Tratamientos	Repeticiones						Promedio
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	
t0	291,10	321,50	310,10	336,45	242,70	282,40	297,38
t1	310,30	365,95	331,80	332,75	295,55	291,95	321,38
t2	363,05	373,80	392,35	362,55	330,35	358,25	363,39
t3	350,55	346,60	328,60	270,40	320,40	294,85	318,57
t4	246,65	344,85	373,30	340,75	316,75	393,80	336,02


Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Datos originales de rendimiento por hectárea (t/ha)

Tratamientos	Repeticiones						Promedio
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	
t0	72,78	80,38	77,53	84,11	60,68	70,60	74,34
t1	77,58	91,49	82,95	83,19	73,89	72,99	80,35
t2	90,76	93,45	98,09	90,64	82,59	89,56	90,85
t3	87,64	86,65	82,15	67,60	80,10	73,71	79,64
t4	61,66	86,21	93,33	85,19	79,19	98,45	84,00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Análisis físico-químico del suelo experimental

 **LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.I.R.L.**
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS,
 ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO
 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

INFORME DE ENSAYO N° 030 - 06 - SUE - 2016

ANÁLISIS DE SUELO

I. INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE : ROLANDO MAMANI MAMANI
TIPO DE MUESTRA : SUELO
SERVICIO SOLICITADO : ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELO
CODIGO REGISTR. LABORATORIO : M-1 = 209
LUGAR DE MUESTREO : Cerro Blanco Calana-Tacna
 Profundidad = 0.30 mt. Densidad = 0.9 - 0.8 m
CULTIVO : Tomate - Papa
FECHA DE MUESTREO : 22 de Mayo del 2016
PRESENTACION : 01 bolsa de plástico con 1.0 Kg. de muestra aprox.
FECHA DE RECEPCION : 27 de Mayo del 2016
FECHA ENTREGA RESULTADO : 07 de Junio del 2016

II. RESULTADO ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN EN SUELOS

Mtra	ANÁLISIS MECANICO				ANÁLISIS QUIMICO					ELEMENTOS DISPONIBLES		
	Cod. Lab.	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural	CO ₂ Ca %	pH	C.E. mS/cm	Mat. Org. %	Nitróg. % N.	Fósforo ppm P	Potasio ppm K
209		39.6	20.4	40.0	Franco	0.36	7.63	2.42	0.40	0.016	108.5	2,430

Abreviaturas: mS/cm = milisiemens por cm = mmho por cm
 Calcio = Calcio
 Mat. Org. = Materia Orgánica
 C.E. = Conductividad Eléctrica
 % = Porcentaje
 Nitróg. = Nitrógeno
 C.E. y pH = relación suelo/agua = 1/2.5
 ppm = partes por millón
 CO₂Ca = Carbonato de

Cod. Lab.	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO DE CATIONES CAMBIABLES				CIC Capacidad de Intercambio Catiónico meq/100gs	PSI Porcentaje de Sodio Intercambiable %
	Ca ⁺⁺ meq/100gs	Mg ⁺⁺ meq/100gs	K ⁺ meq/100gs	Na ⁺ meq/100gs		
209	10.4	2.15	4.71	0.70	18.2	3.85

Abreviaturas: CIC = Capacidad de Intercambio Catiónico meq/100gs = miliequivalentes x 100gs de suelo
 PSI = Porcentaje de Sodio Intercambiable

III. INTERPRETACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN


Cod. Lab.	CO ₂ Ca	pH	C.E.	MAT. ORG.	NITROG.	FOSFORO	POTASIO
209	Deficiente	Moderad. Alcalino	Salino	Deficiente	Deficiente	Excesivo	Muy Alto

Cod. Lab.	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO BASES CAMBIABLES				CIC	PSI
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺		
209	Alto	Medio	Muy Alto	Alto	Medio	No Sódico

Abreviaturas: Moderad. Alcalino = Moderadamente Alcalino
 CIC = Capacidad de Intercambio Catiónico
 PSI = Porcentaje de Sodio Intercambiable

Victoria Haydee Frasnaco Molta
 Licenciada en Química CIP CAS N° 270
 Calle Roma N° 271 - Santa Rosa
 La Molina - Arequipa

PROHIBIDA DE REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL, DE ESTE INFORME
 VALIDO SOLO PARA LA MUESTRA ANALIZADA

 Pág. 1 de 3

Fuente: Laboratorio de análisis químicos & servicios (2016)

Anexo 8. Panel fotográfico

Fotografía 1. Arado de campo



Fotografía 2. Surcos y cintas de riego



Fotografía 3. Trasplante de plantas de tomate a campo definitivo



Fotografía 4. Bandejas de tomate y replante



Fotografía 5. Primer racimo floral



Fotografía 6. Plantas de tomate a los 30 días de trasplante antes de la poda



Fotografía 7. Planta de tomate después de la poda



Fotografía 8. Frutos del primer racimo floral



Fotografía 9. Limpieza y acomodo de plantas, el antes y después



Fotografía 10. Aporcado de tomate



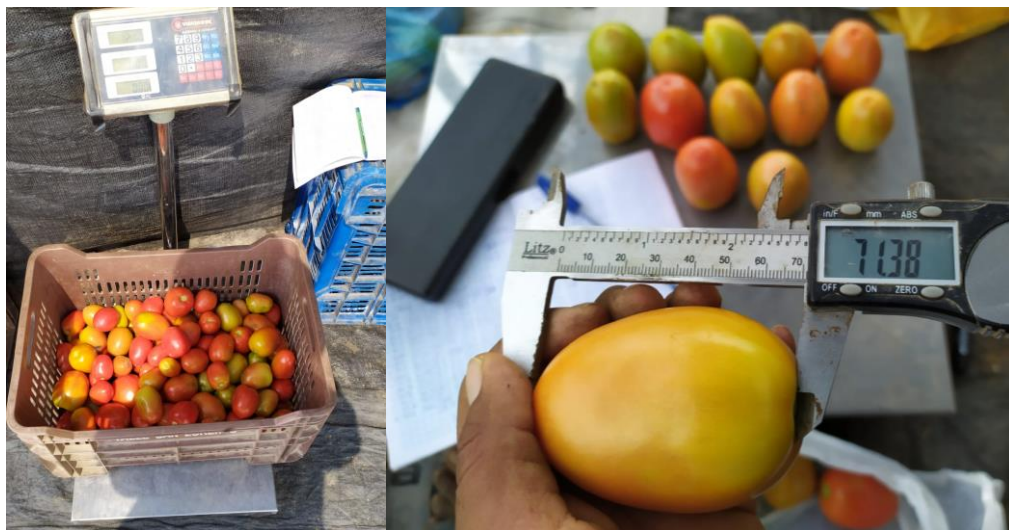
Fotografía 11. Campo de tomate 15 días antes de la primera cosecha



Fotografía 12. Aplicación de nitrógeno (urea) por sistema de riego y aplicación de bioestimulantes con adherente



Fotografía 13. Recolección y evaluación de datos



Fotografía 14. Cosecha de frutos de tomate

