

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONÓMICA



**EFFECTOS DE LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES EN EL
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE *Solanum lycopersicum* L. “tomate”
BAJO CONDICIONES DE PATIVILCA.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

ROJAS VERAMENDI CLADIMIR ROEL

ASESOR

Mg. Sc. TEODOSIO CELSO QUISPE OJEDA

HUACHO-PERÚ

2023

EFFECTOS DE LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE *Solanum lycopersicum* L. "tomate" BAJO CONDICIONES DE PATIVILCA

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	recursosbiblio.url.edu.gt Fuente de Internet	2%
3	ica.mx1.uabc.mx Fuente de Internet	1%
4	www.tesis.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upec.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	www.ptolomeo.unam.mx:8080 Fuente de Internet	1%
7	repositorio.cucba.udg.mx:8080 Fuente de Internet	<1%
8	www.redalyc.org Fuente de Internet	<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONÓMICA

**EFFECTOS DE LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES EN EL
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE *Solanum lycopersicum* L. “tomate”
BAJO CONDICIONES DE PATIVILCA.**

Sustentado y aprobado ante el Jurado evaluador



Dr. Edison Goethe Palomares Anselmo
Presidente



Ing. Luis Miguel Chávez Barbery
Secretario



Mg. Ángel Pedro Campos Julca
Vocal



Mg. Sc. Teodosio Celso Quispe Ojeda
Asesor

HUACHO - PERÚ

2023

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicado especialmente a todas las personas que me ayudaron a seguir desarrollando la tesis y me dijeron que no me dé por vencido para terminar, el cual me parecía algo imposible con los obstáculos y problemas que tenía, en especial a mis padres y personas cercanas que me impulsaron siempre seguir, hay muchas personas que no me dejaron solo siempre estuvieron motivando así lograr mi objetivo de terminar y lograr que este sueño se haga realidad.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, hermanos, amigos que estando en momentos difíciles siempre me estuvieron brindando su apoyo y comprensión, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y toda aquella persona que durante este tiempo estuvieron apoyándome y lograr este objetivo.

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE	iii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Descripción de la realidad problemática	1
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivo específico.....	3
1.4. Justificación de la investigación	3
1.5. Delimitaciones del estudio.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes de la investigación.....	5
2.1.1. Antecedentes internacionales	5
2.1.2. Antecedentes nacionales	7
2.2. Bases teóricas	9
2.2.1. Origen del tomate	9
2.2.2. Descripción Taxonómica.....	10
2.2.3. Descripción botánica	10
2.2.4. Ciclo vegetativo del tomate.....	12
2.2.5. Requerimiento de clima	13
2.2.6. Requerimiento de suelo.....	14
2.2.7. Bioestimulantes	14
2.2.8. Fuentes primarias de los Bioestimulantes	15
2.2.9. Tecnologías de Producción	16

2.2.10.	Función y efectos sobre plantas	16
2.2.11.	Modo de acción de los bioestimulantes.....	16
2.2.12.	Extracto de microalgas como bioestimulantes	17
2.2.13.	Acido fúlvico.....	18
2.2.14.	Aminoácidos en el crecimiento y producción del tomate	19
2.3.	Definición de términos básicos.....	20
2.3.1.	Ácidos fúlvicos.....	20
2.3.2.	Aminoácidos.....	20
2.3.3.	Almacigo	20
2.3.4.	Aporque.....	20
2.3.5.	Bioestimulantes	20
2.3.6.	Biofertilizantes	21
2.3.7.	Cuajado.....	21
2.3.8.	Estrés	21
2.3.9.	Extractos de algas marinas	21
2.3.10.	Producción.....	22
2.3.11.	Trasplante	22
2.3.12.	Tutorado	22
2.4.	Hipótesis de investigación.....	22
2.4.1.	Hipótesis general	22
2.4.2.	Hipótesis específica.....	22
2.5.	Operacionalización de las variables	23
CAPITULO III. METODOLOGÍA		24
3.1.	Gestión del experimento.....	24
3.1.1.	Ubicación	24
3.1.2.	Características del experimento	25
3.1.3.	Tratamientos.....	25
3.1.4.	Diseño experimental.....	26
3.1.5.	Variables a evaluar	27
3.2.	Conducción del experimento	27
3.3.	Técnicas para el procesamiento de la información.....	28

CAPITULO IV. RESULTADOS.....	29
4.1. Altura de planta tomate.....	29
4.2. Numero de frutos por planta.....	31
4.3. Peso de frutos por planta	32
4.4. Diámetro ecuatorial del fruto del tomate.....	34
4.5. Diámetro polar del fruto del tomate	35
4.6. Rendimiento del tomate.....	37
CAPITULO V. DISCUSIONES.....	40
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
6.1. Conclusiones.....	42
6.2. Recomendaciones	42
CAPITULO VII. REFERENCIAS	43
ANEXOS	47

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Operación de las variables.....	23
Tabla 2. Tratamiento en estudio los Bioestimulantes.....	25
Tabla 3. Área experimental del trabajo de investigación.....	26
Tabla 4. Análisis de Varianza.....	29
Tabla 5. Análisis de varianza de altura de planta del tomate.....	29
Tabla 6. Prueba de Scott & Knott en diferencias de medias de altura de plantas de tomate	30
Tabla 7. Análisis de varianza de numero de frutos por planta de tomate.....	31
Tabla 8. Prueba de Scott & Knott de comparaciones de medias en número de frutos por plantas.....	31
Tabla 9. Análisis de varianza en peso de frutos por plantas.....	32
Tabla 10. Prueba de Scott & Knott de comparaciones de medias en peso de frutos por plantas.....	33
Tabla 11. Análisis de varianza en diámetro ecuatorial del fruto del tomate.....	34
Tabla 12. Prueba de Scott & Knott de comparaciones de medias diámetro ecuatorial de fruto.....	34
Tabla 13. Análisis de varianza en diámetro polar del fruto de tomate.....	35
Tabla 14. Prueba de Scott & Knott de comparaciones de medias diámetro polar de fruto	36
Tabla 15. Análisis de varianza en diámetro polar del fruto de tomate.....	37
Tabla 16. Prueba de Scott & Knott de comparaciones de medias en rendimiento t/ha de frutos.....	38
Tabla 17. Efecto de la Aplicación de bioestimulantes en el rendimiento de cultivo de Solanum lycopersicum L. “tomate” bajo condiciones de Pativilca.....	48
Tabla 18. Datos de campo de altura de plantas.....	49
Tabla 19. Datos de campo número de frutos por plantas.....	49
Tabla 20. Datos de campo peso de frutos por planta.....	49
Tabla 21. Datos de campo diámetro ecuatorial de planta de tomate.....	50
Tabla 22. Datos de campo rendimiento en producción.....	50

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Lugar de ubicación del proyecto, Caraqueño	24
Figura 2. Diferencias por tratamiento en alturas de plantas.....	30
Figura 3. Diferencias por tratamiento en número de frutos por plantas.	32
Figura 4..Diferencias por tratamiento en peso de frutos por plantas.	33
Figura 5. Diferencias por tratamiento de diámetro ecuatorial de fruto.	35
Figura 6. Diferencias por tratamiento de diámetro polar de los frutos.	37
Figura 7. Diferencias por tratamiento de diámetro polar de los frutos	39
Figura 8. Material de investigación “tomate”	51
Figura 9. Bioestimulantes	52
Figura 10. Preparación de los bioestimulantes y aplicación en el cultivo de tomate.....	53
Figura 11. Trabajo de campo	54
Figura 12. Tomate.....	54
Figura 13. Trabajo de campo medición de fruto de tomate	55

RESUMEN

Objetivo: Determinar el efecto de la aplicación de bioestimulantes a base de aminoácidos, extractos de algas marinas y ácidos fúlvicos sobre el rendimiento del cultivo de tomate en Pativilca.

Métodos: Se realizó en la localidad Caraqueño, Pativilca, entre abril a septiembre del 2022. Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar y la Prueba de Scott & Nott al 5%. Los tratamientos fueron: T1 (aminoácidos a una dosis de 400 ml/ha), T2 (extracto de algas marinas a una dosis de 430 g/ha), T3 (ácido Fúlvico a una dosis de 358 g/ha) y T4 (testigo). Las variables de estudio fueron: altura de planta, número y el peso de frutos por planta, diámetro polar y ecuatorial del fruto y el rendimiento. **Resultados:** los comparativos de las medias de los tratamientos en rendimiento en t/ha de frutos de tomate, existen diferencias entre sí, mostrando al T2 Extracto de algas marinas a una dosis de 430 g/ha, con una media de 37,23 t/ha. En rendimiento de frutos, similar estadísticamente diferencia en el tratamiento T1 Aminoácidos a una dosis de 400 ml/ha, con media de 33.03 t/ha. En rendimiento, de igual diferencia estadísticamente en el tratamiento T3 con ácido fulvico 358 g/ha, con un rendimiento de 28,38 t/ha. En último lugar el tratamiento T4 (Testigo sin control) con una diferencia media de 21,9 t/ha. **Conclusión:** En cuanto a rendimiento el Tratamiento T2 supera con un 41% al T1 que es el testigo que es una producción convencional, recomendando a los agricultores de la zona de Huaura que utilicen el (extracto de algas marinas a una dosis de 430 g/ha), para mejorar su producción en frutos de tomate.

Palabras clave: ácidos Fúlvicos, aminoácidos, extractos de algas, polar, ecuatorial.

ABSTRACT

Objective: To determine the effect of the application of biostimulants based on amino acids, seaweed extracts and fulvic acids on the yield of the tomato crop in Pativilca. **Methods:** It was carried out in the town of Caraqueño, Pativilca, from April to September 2022. The completely randomized block design and the Scott & Nott Test at 5% were used. The treatments were: T1 (amino acids at a dose of 400 ml/ha), T2 (marine algae extract at a dose of 430 g/ha), T3 (Fulvic acid at a dose of 358 g/ha) and T4 (control). The study variables were: plant height, number and weight of fruits per plant, polar and equatorial diameter of the fruit, and yield. **Results:** the comparisons of the means of the treatments in yield in t/ha of tomato fruits, there are differences between them, showing the T2 Extract of marine algae at a dose of 430 g/ha, with an average of 37.23 t /he has. In fruit yield, there was a statistically similar difference in the T1 Amino Acids treatment at a dose of 400 ml/ha, with an average of 33.03 t/ha. In yield, statistically the same difference in the T3 treatment with fulvic acid 358 g/ha, with a yield of 28.38 t/ha. In last place treatment T4 (Control without control) with a mean difference of 21.9 t/ha. **Conclusion:** In terms of yield, Treatment T2 exceeds T1 by 41%, which is the control that is a conventional production, recommending farmers in the Huaura area to use (marine algae extract at a dose of 430 g/ ha), to improve its production in tomato fruits.

Keywords: Fulvic acids, amino acids, algae extracts, polar, equatorial.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Solanum lycopersicum L. “tomate” es la especie hortícola más cultivada a nivel mundial, además es considerada como la hortaliza de mayor importancia económica (Hernández, 2011). El tomate es uno de los vegetales más importantes, populares y ampliamente cultivados en el ranking mundial, segundo después de la papa. El tomate maduro es una buena fuente de minerales y vitaminas, especialmente la vitamina C y los carotenoides, que se consumen en todo el mundo en forma de productos frescos y procesados (Chaurasia et al., 2005). El tomate ocupa un lugar importante por el aporte de vitaminas, ácidos orgánicos asimilables y sales minerales para la alimentación humana. Es consumido en forma fresca o utilizado por las industrias para elaborar otros productos alimenticios (Borrero, 2012). La producción de cultivos depende de varios factores como el suelo, la nutrición, el riego y las medidas de protección de las plantas, etc. La nutrición de las plantas es uno de los factores más importantes responsables del crecimiento y desarrollo adecuados de las plantas (Chaurasia et al., 2005).

La baja producción de tomate en nuestra región se ve afectada por el manejo del cultivo, el desconocimiento por parte de los productores sobre el uso de bioestimulantes, es así que en los tiempos actuales es una preocupación constante, para todos los agricultores, el incrementar la cantidad y calidad de sus cosechas; así mismo mejorar y aumentar su ingreso económico. Una de las posibilidades de desarrollo agrícola, es el uso de bioestimulantes lo cual ayuda a mejorar el crecimiento, desarrollo y calidad de los frutos (Avendaño, 2011).

La agricultura es una actividad económica; como tal los beneficios del manejo del cultivo se expresan en términos de rentabilidad. Es por ello, que los agricultores buscan el máximo rendimiento que puedan obtener, para ello buscan “sortear” las adversidades que se presentan durante la conducción del cultivo (de siembra a cosecha). En tal sentido, el uso de bioestimulantes y biorreguladores ayudan a las plantas a minimizar los efectos de cualquier tipo de estrés que ésta pueda sufrir. Sin embargo, no basta evaluar que producto sintetizado en el laboratorio nos ofrece mejores resultados, en cuanto al rendimiento, lo cual no deja de ser importante; sino que se debe evaluar el impacto económico que ello conlleva para los agricultores (Ancajima, 2016).

El uso de bioestimulantes, los encuestados refieren no usarlo, a pesar que los bioestimulantes ayudan a mejorar la eficiencia fisiológica de las plantas, logrando incrementar el rendimiento de los cultivos y en caso de que las plantas estén sometidas a un estrés permite que la planta superes estos problemas (Lara, 2016).

Los bioestimulantes son moléculas con una muy amplia gama de estructuras, pueden estar compuestos por hormonas o extractos vegetales metabólicamente activos, tales como aminoácidos (aa); y ácidos orgánicos. Son utilizados principalmente para incrementar el crecimiento y rendimiento de plantas, así como para superar periodos de estrés. Algunos de los bioestimulantes de origen natural más usados en nuestra agricultura son derivados de algas marinas. Estos productos basan su éxito en la recuperación de los elementos hormonales y/o nutricionales de los cultivos acuáticos, para ser aplicados en los cultivos agrícolas. También, en menor medida, se comercializan productos equivalentes derivados de extractos de vegetales terrestres (Carrera y Canacuán, 2011).

Ante esta problemática del tomate en el Valle de Pativilca, se busca alternativas para mejorar la producción y es por ello que usamos la aplicación de bioestimulantes en base a extracto de algas, aminoácidos, ácido fulvico para evaluar el efecto en el rendimiento del tomate en Pativilca.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Qué efecto causara los bioestimulantes orgánicos en rendimiento del cultivo de *Solanum lycopersicum L.* “tomate” en condiciones de Pativilca?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál de los bioestimulantes orgánicos se adaptará mejor en el cultivo de *Solanum lycopersicum L.* “tomate” en condiciones de Pativilca?
- ¿Con cuál de los Bioestimulantes orgánicos rendirá mejor el cultivo de *Solanum lycopersicum L.* “tomate” en condiciones de Pativilca?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Determinar los efectos que causan los bioestimulantes orgánicos en rendimiento del cultivo de *Solanum lycopersicum L.* “tomate” en condiciones de Pativilca

1.3.2. Objetivo específico

- Evaluar los bioestimulantes orgánicos que se adaptará mejor en el cultivo de *Solanum lycopersicum L.* “tomate” en condiciones de Pativilca
- Determinar con cuál de los Bioestimulantes orgánicos rendirá mejor el cultivo de *Solanum lycopersicum L.* “tomate” en condiciones de Pativilca.

1.4. Justificación de la investigación

La agricultura es una actividad económica; como tal los beneficios del manejo del cultivo se expresan en términos de rentabilidad. Es por ello, que los agricultores buscan el máximo rendimiento que puedan obtener (Ancajima, 2016). Es así que las aplicaciones con bioestimulantes favorecen la aparición de botones florales y puede ser considerado como un complemento a la fertilización edáfica, ya que puede favorecer la acumulación de materia seca y floración (Díaz et al., 2011).

Asimismo, la aplicación de bioestimulantes aplicadas sobre el follaje de las plantas de tomate aumenta significativamente la altura de la planta, el peso fresco y seco del follaje, además, el número y el rendimiento de fruta de tamaño mediano y grande aumentaron significativamente que posteriormente resultaron en un aumento del rendimiento, por lo que los bioestimulantes podría utilizarse para promover el crecimiento de las plantas y aumentar el rendimiento comercial en la producción de tomate (Suh et al., 2014).

1.5. Delimitaciones del estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en la localidad Caraqueño ubicando en el Valle de Pativilca, Barranca provincia de Lima, en cuanto sus limitaciones del estudio no lo hay debido que se está desarrollado en terreno agrícola propia, en cuanto a los impactos de contaminación tampoco debido se está desarrollando con todos los protocolos sanitarios

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Saraswathi y Praneetha (2013) quienes, investigando el efecto de los bioestimulantes sobre el rendimiento y la calidad en tomate, con la finalidad de estudiar la eficacia comparativa de los reguladores del crecimiento y panchakavya sobre el crecimiento, el rendimiento y la constitución bioquímica del tomate. Demostrando que los siguientes resultados se obtuvieron mediante una pulverización combinada de panchakavya (3%) + ácido salicílico (100 ppm) + nitrobenzeno (150 ppm); panchakavya (3%) solo y panchakavya (3%) + ácido salicílico (100 ppm). Los resultados también revelaron un rendimiento comparable de panchakavya sobre ácido salicílico y nitrobenzeno, lo que indica que panchakavya se puede utilizar como un componente orgánico para aumentar el rendimiento en tomate.

Avendaño (2011) quien en su investigación sobre el efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de tomate variedad Lia, menciona que los tratamientos “SATISFY (T2); X-CYTE (T3) y FLOWER POWER (TI)” obtuvieron rendimientos de 69,41 64,66 y 59,58 t/ha. Para la variable diámetro polar del fruto los tratamientos que obtuvieron el mayor promedio fueron SATISFY (Tz) y FLOWER POWER (TI) con 7,22 y 6,96 cm respectivamente. Los tratamientos SATISFY (T2) X-CYTE (T3) y FLOWER POWER (T 1) obtuvieron 25,50 23,50 y 22,50 frutos por planta respectivamente. Para la variable de peso de fruto por planta (kg) los tratamientos X-CYTE (T3) y SATISFY (Tz): fueron los de mayor promedio con 2 003 y 1 989 kg.

Boras et al. (2011) al estudiar el efecto de los aminoácidos en el crecimiento y la producción de híbridos de tomate (Ikram F1) y la calidad de las frutas, menciona que las plantas fueron tratadas con solución de aminoácidos (1 g/l). Los resultados mostraron que el tratamiento de las plantas de tomate con aminoácidos causó un aumento significativo en el crecimiento y la producción en comparación con el control en todos los métodos de adición. La fumigación foliar con aminoácidos dio mejores resultados en comparación con otros tratamientos en altura de plantas, área de follaje y producción de unidades de área. Además, el tratamiento con aminoácidos incrementó el porcentaje de vitamina C y ácidos orgánicos en las frutas.

Zodape et al. (2011) quienes en su estudio sobre el efecto de la aplicación foliar de extracto de algas marinas como bioestimulante para mejorar el rendimiento y la calidad del tomate, demuestran que este estudio en el incrementó el rendimiento de la fruta de tomate (60.89%) en comparación con las plantas de control rociadas con agua, atribuida al aumento en el número de frutas por planta y tamaño de la fruta. Con la aplicación de savia, la calidad de la fruta y también el contenido de los elementos macro (13.24-67.50%) y micro (23.84-42.61%) aumentó sobre el control. La captación de nutrientes por la fruta y el brote se mejoró con la aplicación foliar de la savia de *K. alvarezii*. Las plantas que recibieron aplicaciones foliares mostraron resistencia al rizo de la hoja, al marchitamiento bacteriano y al perforador de la fruta.

Suh et al. (2014) en su investigación sobre el efecto de la aplicación foliar del ácido fúlvico sobre el crecimiento de las plantas y la calidad del fruto del tomate, reportó que el ácido fúlvico (20 ml) se pulverizó sobre las hojas de las plantas de tomate a los 10, 20 y 30 días después del trasplante (DAT) a tasas de 0 (control), 0,8, 1,1 o 1,6 g·L⁻¹ en agua. El tratamiento de 0,8 g L⁻¹ llevó a un aumento significativo en la altura de la planta y el peso fresco y seco, mientras que el tratamiento de 1,6 g·L⁻¹ llevó a una reducción significativa. Los contenidos de P y Ca aumentaron, pero los de la mayoría de los otros elementos no cambiaron en respuesta a los tratamientos de 0.8 y 1.1 g·L⁻¹. El número y el rendimiento de fruta de tamaño mediano y grande aumentaron significativamente en los 0.8 y 1.1 g·L⁻¹ Tratamientos, que posteriormente resultaron en un aumento del rendimiento comercial. La incidencia de agrietamiento fue generalmente alta en todos los tratamientos, excepto en el tratamiento de 1,6 g L⁻¹, que mostró una reducción significativa en el agrietamiento y un tamaño de fruta mucho menor. La podredumbre del final de la floración se redujo en gran medida en todas las plantas tratadas con ácido fúlvico, y no se observó incidencia en el tratamiento con 1.6 g·L⁻¹. Nuestro estudio demostró que la aplicación foliar de ácido fúlvico a aproximadamente 0.8 g·L⁻¹ podría utilizarse para promover el crecimiento de las plantas y aumentar el rendimiento comercial en la producción de tomate.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Ancajima (2016) evaluó el efecto de dos bioestimulantes en base a aminoácidos, el de un biorregulador y la mezcla de ambos en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de papa de var. “Canchán” y reportó que en el porcentaje de emergencia el testigo registró el valor más bajo con un 99.25 por ciento, mientras que el valor más alto fue de 99.75 por ciento en los tratamientos T1 (fitoamin) y T3 (fitoamin+agrocimax plus). Asimismo, Ancajima (2016) menciona que el porcentaje de cobertura foliar más bajo lo obtuvo el testigo con 99.2 por ciento, mientras que el valor más alto lo registró el T2 (Delfan Plus) con un 99.80 por ciento. En altura de planta, el testigo obtuvo el valor más bajo con 98.94 cm, mientras que el T2 obtuvo un valor de 106.97 cm. En número de tallos el testigo obtuvo un valor promedio de 5.08 tallos por planta, mientras que el T2 un valor de 5.75. En número de tubérculos el testigo registró un valor de 11.55 tubérculos por plantas, mientras que el T2 un valor de 9.92. El mayor rendimiento lo obtuvo el T2 con un valor de 38.93 tn/ha; mientras que el testigo registró un valor de 34.52 tn/ha.

Veliz (2021) En su tesis, *efectos de estimulantes orgánicos en el rendimiento de fragaria ananassa duch. “fresa” variedad chandler en el valle de chancay*, Teniendo como **Objetivo:** Precisar el bioestimulante orgánico foliar, tomando como base en el provecho del cultivo de fresa variedad Chandler cultivado en marzo en el valle de Chancay. **Métodos:** Se puso en uso el Diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA) cuatro de manera repetida en un análisis estadístico paramétrico, la varianza y la prueba de Tukey con nivel de $\alpha = 0,05$ con seis tratamientos compactos, en cinco bioestimulantes foliares y un (testigo), (Agrostemin-GL, Aminovigor Premium, Biogen Optimus, Bio Protamix y Ecozúm-F) donde se logra un total 6 tratamientos y 24 unidades de forma experimental; en cada número de experimento se dispuso 3 surcos y el sembrado a 2 hileras en cada surco. Variable analizada: grado brix, acidez (%) titulable (%), azúcar reductor (%), rendimiento por categoría (t/ha), rendimiento total (t/ha). **Resultados:** con una mayor productividad el T₅ = Ecozúm (9.81 %) grado brix; T₃ = Biogen Optimus (0.90 %) acidez titulable; T₅ = Ecozúm (8.68 %) azúcar reductor; rendimiento por categoría Extra T₅ = Ecozúm (27.80 t/ha); Primera T₅ = Ecozúm (22.28 t/ha), T₄, y T₂; Segunda T₅ = Ecozúm (10.49 t/ha); Tercera T₅ = Ecozúm (5.14 t/ha); Rendimiento total el T₅ = Ecozúm 62.12 t/ha. el testigo tuvo una diferencia menor 32.57 t/ha. manifestando de esta forma a influencia elevada de los

orgánicos estimulantes debido a la formación de metabolito, carbohidrato, aminoácido libre, hormonal y nutriente. **Conclusión:** 5 tratamientos (bioestimulantes) establecen en un lugar primero el contraste del testigo.

Lázaro et al. (2013) estimaron cómo funciona el N y K en fertiirrigación en la fresa en un abierto campo en relación al índice de color externo de la fruta. Se tuvo un boceto de bloque completo de manera aleatoria con 3 bloques y 16 tratamientos en una factorial 4x4, cuatro niveles de nitrógeno (100, 200, 300 y 400 kg ha⁻¹) y cuatro niveles de potasio (150, 300, 450 y 600 kg ha⁻¹ de K₂O), aplicando estos nutrientes, urea y cl. Oruro de potasio, de manera respectiva. Empleamos las plántulas para labrar la fresa Aromas. Su propiedad química y el índice de color externa de frutas de fresa están influida por la fertiirrigación de nitrógeno y potasio, que presenta una variación de acuerdo a la estudiada propiedad.

Del Molino y Riestra (1998) *empleando Bioestimulantes nitrogenada y potásico en dosis variables estudiaron las relaciones entre el crecimiento vegetativo y la producción de fruto de la planta de fresa en diferentes épocas del ciclo*; el estudio se llevó a cabo en invernadero detectando que presenta una directa relación en el crecimiento vegetativo y reproductivo, de vez en cuando se mostraba condiciones de nutrición de manera excesiva con las que el incremento del vegetativo crecimiento no presenta relación con producción de fruto en incremento. El número de inflorescencias y flores tiene una relación directa con la cantidad de hojas y su total de peso, asimismo el porcentaje de fructificación está de manera principal con la corona en desarrollo y su raíz. En cambio, para la planta de menor tamaño que origina producción elevada, la extensión de la hoja, del mismo modo el desarrollo de la corona y de su raíz sufre un experimento de disminución a lo largo del fructificación, que continúa expresándose en la pos maduración.

Casierra y García (2005) ponen en anuncio que el suelo del cultivo de fresa presenta acumulación de sal como resultado del fertilizante aplicado por el sistema de goteo debido a ese motivo se usó un bajo experimento con la cobertura cuyo fin de estudiar la respuesta de cultivo de fresa (*Fragaria* sp.) y las crecientes concentraciones de NaCl. Se sembraron con pan de la tierra los cultivares de fresa Sweet Charlie, Camarosa y Chandler en el sitio de Tunja (Colombia). El mencionado suelo se salinizó de manera gradual con NaCl a través de la adición de 0, 20, 40, 60

y 80 mm·kg⁻¹ de suelo seco a temperatura ambiente. Se cosecharon las plantas 16 semanas después de haber empezado los tratamientos.

Oliva (2005) aplico la prueba de enraizamiento en Ucayali tomando como uso el ácido indol butírico (AIB) y ácido naftalenacético (ANA) como enraizamiento de hormonas aplicando un diseño de bloque de manera exacta y aleatoria en 4 tratamiento de testigo y repetir tres veces. Los establecidos tratamientos son: 200 ppm de AIB y 200 ppm de ANA con 24 horas de inmersión, 200 ppm de AIB y 200 ppm de ANA con 48 horas de inmersión y uno sin aplicación del testigo. Se estimaron el número de variables y de brotes en su longitud, de raíces y porcentaje de enraizamiento. Estableciendo el resultado siguiente donde a los 30 días no se pueden encontrar significativa diferencia en su variable numérica y en sus brotes de tamaño, pero el excelente comportamiento se vio en el testigo de tratamiento con 4,5 cm y 4,73 en longitud y número de brotes de manera respectiva; en función a las distintas variables se pudo encontrar significativas diferencias (Tukey 0,05%), considero como un tratamiento óptimo a 200 ppm de AIB con 48 horas de inmersión, continuado por 200 ppm de AIB con 24 horas de inmersión con 80 y 60% de enraizamiento, 5,13 y 2,33 en número de raíces, 4,56 y 2,55 cm en longitud de raíces de manera respectiva.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Origen del tomate

El xitomato o gran tomate llamados así por los antiguos mexicanos esta planta es una variedad silvestre y que se ha convertido en la segunda hortaliza que más se cultiva en el mundo. Las semillas más antiguas de tomate silvestre se han encontrado en la región andina, sin embargo, no fueron los habitantes de allí quienes lo cultivaron, sino los antiguos mexicanos, agricultores sofisticados, que desarrollaron gran cantidad de variedades de diferente color y forma a las que pusieron el nombre habitual de xitomato, de ahí que en México se le conozca más como jitomate y no tanto como tomate, con el que se designa en el resto del mundo de habla española y de manera parecida en buena parte de otras lenguas (Lesur, 2006).

2.2.2. Descripción Taxonómica

ITIS, La taxonomía del cultivo de tomate es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanáceas

Tribu: Solaneae

Género: Solanum

Especie: *lycopersicum*.

Nombre científico: *Solanum lycopersicum* L.

Nombre común: *tomate, jitomate*

2.2.3. Descripción botánica

Raíz

Presenta raíz pivotante y puede y que alcanza a una profundidad de 60 cm y después hasta un metro. En cambio, cuando la semilla se deposita en un almacigo para luego transplantar las raíces se extiende lateralmente, con muchas raicillas que tienden a ser fibrosas. Las raíces del tomate generalmente ocupan los primeros 60 cm de suelo, concentrándose 70% de ellas en los primeros 20cm (Lesur, 2006).

Tallo

Los tallos del tomate están cubiertos de pelos pequeños de forma granulosa, las cuales segregan una sustancia con un olor acre al tocarlo, siendo esta sustancia venenosa, debido a un mecanismo de defensa de la planta ante las plagas (Lesur, 2006).

Hojas

Cada hoja de tomate, formada por varios pares de hojuelas, crece sobre el tallo con una disposición alterna, con las yemas que producen flores o tallos adicionales situadas en la axila cuando se trata de tomate indeterminado y en el ápice o punta cuando crece en forma determinada (Lesur, 2006).

Flores

Las flores son bisexuales y se polinizan principalmente por medio del viento sin necesidad de abejas, al menos que no haya viento o el aire frío. La polinización generalmente ocurre cuando la temperatura en la noche es entre 13 y 24°C y al del día de 15.5 a 12°C. si las temperaturas son más altas o más bajas, especialmente de noche la polinización se dificulta. La caída de flores polinizadas suele ocurrir de 4 a 5 días después de la apertura de la corola, aunque es posible que suceda en cualquier fase del desarrollo del fruto. Cuando hay poca luz, las flores pueden caer sin dar fruto, caída que también ocurre cuando la planta no crece en buenas condiciones o las flores no fueron polinizadas (Lesur, 2006).

Fruto

El tomate es una baya cuyos lóculos o cavidades, en número de 2 a 12, contienen las semillas. Las principales partes del tomate son las siguientes; el pericarpio o cáscara, que es la cubierta externa. Entre el pericarpio y la placenta se encuentran las paredes del ovario y las semillas. Los lóculos o celdas son los compartimientos que contienen la semilla. La pulpa, formada por las paredes de las celdas es más o menos rica en el jugo que constituye la materia prima para la industria de conservas. Las características de la fruta varían según las muchas variedades de tomate que ahora existen. A través de cruzamientos de variedades y géneros distintos se han hecho enormes progresos, al desarrollar híbridos que son resistentes a algunas enfermedades que tienen

mayores rendimientos o tomates de mejor forma, color, acidez o sabor y el desarrollo más reciente variedades que tienen una vida más larga en el mostrador (Lesur, 2006).

La coloración del fruto del tomate depende de la cantidad y proporción de licopina y carotina que contenga. Una sombra moderada favorece la formación de licopina o pigmento rojo, mientras que la carotina, el pigmento amarillo es mayor cuando el tomate está expuesto a luz intensa. Más del 90% del fruto de tomate es agua por lo tanto, la cantidad de esta que recibe la planta influye en su tamaño (Lesur, 2006)

2.2.4. Ciclo vegetativo del tomate

Nuez et al. (1999), menciona que el tomate tiene tres fases fenológicas las se describen a continuación.

Fase inicial: Se inician desde la siembra en semillero, seguida de la germinación, posteriormente la formación de tres a cuatro hojas verdaderas y finalmente el trasplante a campo, con una duración aproximada de 30 a 35 días (Merino, 2017.p45).

Fase vegetativa: Es la continuación de la fase inicial, pero el aumento en materia seca es más lento, esta etapa termina con la floración, dura entre 22 a 40 días. Requiere de mayores cantidades de nutrientes para satisfacer las necesidades de las hojas y ramas en crecimiento y expansión. La planta florece entre 51- 80 días, desde la fase inicial (Bolaños, 2001).

Fase reproductiva: Incluye las etapas de floración (que se inicia a los 25 – 28 días después del trasplante), de formación del fruto y de llenado de fruto, hasta la madurez para su cosecha (Merino, 2017).

El periodo fenológico del ciclo promedio bordea los 135 días para plantas determinadas en la zona de Barranca (Merino, 2017.p.45).

El desarrollo del cultivo en campo sigue los siguientes procesos:

El almacigado: Se realiza en el mes de agosto, en la cual se almaciga 70 semillas en cada cajón almaciguero de 55 cm de largo, 42 cm de ancho y 20 cm de altura. La altura de suelo en el cajón fue de 17 cm y se usa dos cajones almacigueros por cada variedad de tomate (Monzón, 2016).

El trasplante: Se realiza en el mes de septiembre a los 30 días del almacigado, cuando las plántulas tienen entre 5 y 7 hojas verdaderas y una altura promedio (Monzón, 2016).

En la fase de recuperación del chott, luego del trasplante, durante 2 semanas se realiza el riego empleando la manguera cada dos días, después con frecuencia de cada 7 días en caso si es necesario (Monzón, 2016).

El aporque: La labor cultural del aporque se realizó a los 30 días luego del trasplante, en forma manual utilizando lampa, con la finalidad de favorecer la formación de un mayor número de raíces.

La cosecha: Se inicia en diciembre y la segunda cosecha en enero del siguiente año, realizándose 2 cosechas por campaña en variedades de tomate determinados (Monzón, 2016).

En cuanto al rendimiento promedio nacional se mantiene en alrededor de 30 t ha⁻¹, pero varía mucho entre regiones: en Ica, por ejemplo, se alcanzan rendimientos de 80 t ha⁻¹ (Ica y Lima concentran cerca del 70% de la producción de tomate). Las zonas de producción: Lima (Rímac, Chillón, Lurín), La Libertad, Ica, Huaral-Chancay, Barranca, Huacho, Cañete, Arequipa, Lambayeque (Monzón, 2016).

2.2.5. Requerimiento de clima

El tomate es una planta que prefiere días largos. El tomate es una planta de clima cálido que resiste al calor y tolera alguna ligera deficiencia de agua, sin embargo, para obtener altos rendimientos requiere de riego, y una humedad constante en el suelo sin periodo de sequía. El tomate se da bien en climas con temperaturas medias entre 18.5°C y 26.5°C. siendo la temperatura óptima durante el día de 21 a 29°C. (Lesur, 2006).

2.2.6. Requerimiento de suelo

El tomate requiere de un suelo con buena estructura, aireación y drenaje para favorecer el sistema de raíces ramificado que penetre hasta 60 cm de profundidad, es decir el tomate crece bien en suelos sueltos que van desde arenosos hasta las arcillas con textura fina siempre y cuando estén bien drenadas y aireadas.

Requieren de un pH ligeramente ácido de 6 a 6.5. Para un campo de tomates en condiciones climáticas normales se estima que se requiere de 2000 a 6600 m³ de agua por hectárea (Lesur, 2006).

Las plagas más importantes en el cultivo del tomate:

- Heliothis (*Helicoverpa armígera*)
- Araña roja (*Tetranychus spp.*)
- Minador (*Liriomyza spp.*)
- Polilla del tomate (*Tuta absoluta*)
- Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Las enfermedades más importantes en el cultivo del tomate:

- Oidio (*Leveillula taurica*).
- Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*).
- Mildiu (*Phytophthora infestans*)
- Alternariosis (*Alternaria solani*).
- *Fusarium oxysporum*.

2.2.7. Bioestimulantes

La regulación del crecimiento de las plantas y el desarrollo y alivio de los efectos negativos del estrés ambiental durante la ontogénesis son factores importantes que determinan la productividad de las plantas cultivadas. Si bien es bien sabido que el estrés biótico y abiótico impide que prácticamente todos los sistemas de cultivo alcancen su potencial de rendimiento, la comprensión actual de los mecanismos involucrados y las estrategias para mitigar estos efectos son limitadas. El estrés abiótico se puede prevenir optimizando las condiciones de crecimiento de la planta y mediante el suministro de agua y nutrientes y reguladores del crecimiento de la planta (auxinas, citoquininas, giberelinas, estrigolactonas, brassinoesteroides) (Yakhin et al., 2016).

Además de estos enfoques, los bioestimulantes se están integrando cada vez más en los sistemas de producción con el objetivo de modificar los procesos fisiológicos en las plantas para optimizar la productividad (Yakhin et al., 2016).

La tolerancia del tomate a las condiciones de estrés durante el cultivo de campo. Se puede mejorar la aplicación de bioestimulantes. Los biostimulantes se definen generalmente como materiales, distintos de los fertilizantes, que promueven el crecimiento de las plantas incluso cuando se aplica en pequeñas cantidades. Los principales grupos de bioestimulantes incluyen sustancias húmicas, Materiales orgánicos complejos beneficiosos en elementos químicos, inorgánicos. Sales, extractos de algas, quitina y derivados de quitosano, antitranspirantes, aminoácidos libres y otras sustancias que contienen nitrógeno (Calvo et al., 2014).

Los bioestimulantes de plantas son sustancias y microorganismos diversos utilizados para mejorar el crecimiento de las plantas. Se proyecta que el mercado global de bioestimulantes aumentará 12% por año y alcance más de \$ 2,200 millones para 2018. A pesar del uso creciente de bioestimulantes en la agricultura, muchos en la comunidad científica consideran que los bioestimulantes carecen de evaluación científica revisada por expertos. Las respuestas de las plantas a diferentes bioestimulantes, como el aumento del crecimiento de la raíz, la mejora en la absorción de nutrientes y la tolerancia al estrés (Calvo et al., 2014).

Los bioestimulantes de plantas contienen sustancias y/o microorganismos cuya función cuando se aplica a las plantas o la rizosfera es estimular los procesos naturales para mejorar/beneficiar la captación de nutrientes, la eficiencia de los nutrientes, la tolerancia al estrés abiótico y la calidad de los cultivos. Los bioestimulantes no tienen acción directa contra las plagas y, por lo tanto, no se encuentran dentro del marco regulatorio de los pesticidas (European Biostimulants Industry, 2012 citado por Calvo et al., 2014).

2.2.8. Fuentes primarias de los Bioestimulantes

Los microorganismos son ampliamente utilizados para la producción de bioestimulantes y pueden ser derivados de bacterias, levaduras y hongos. Estas preparaciones pueden incluir microorganismos vivos y / o no vivos y sus metabolitos (Yakhin et al., 2016). Una categoría final de bioestimulantes incluye aquellos derivados de extractos de desechos de alimentos o flujos de desechos industriales, compost y extractos de compost, estiércol, vermicompost, residuos de

acuicultura y flujos de desechos, y tratamientos de aguas residuales, entre otros. Debido a la diversidad de los materiales de origen y las tecnologías de extracción, el modo de acción de estos productos no es fácil de determinar (Yakhin et al., 2016).

2.2.9. Tecnologías de Producción

Las tecnologías utilizadas en la producción y preparación de bioestimulantes son muy diversos e incluyen el cultivo, la extracción, fermentación, procesamiento y purificación, hidrólisis, y el tratamiento de rotura celular de alta presión. En algunos casos, un producto bioestimulante también puede contener mezclas de componentes derivados de diferentes fuentes y métodos de producción (Yakhin et al., 2016).

2.2.10. Función y efectos sobre plantas

Los bioestimulantes se han utilizado en todas las etapas de la producción agrícola, incluso como tratamientos de semillas, como pulverizaciones foliares durante el crecimiento y en productos cosechados. El modo de acción de los "bioestimulantes" es igualmente diverso y puede incluir la activación del metabolismo del nitrógeno o la liberación de fósforo de los suelos, la estimulación genérica de la actividad microbiana del suelo o la estimulación del crecimiento de la raíz y el establecimiento mejorado de la planta (Yakhin et al., 2016).

En la actualidad se han reportado diferentes bioestimulantes para estimular el crecimiento de plantas mediante el aumento de metabolismo de las plantas, estimular la germinación, la mejora de la fotosíntesis, y el aumento de la absorción de los nutrientes del suelo aumentando así la productividad de la planta. Bioestimulantes también pueden mitigar los efectos negativos de los factores de estrés abiótico en las plantas y los efectos marcados de bioestimulantes en el control de la sequía, calor, salinidad, refrigeración, heladas, oxidativo, mecánicas y estrés químico (Yakhin et al., 2016).

2.2.11. Modo de acción de los bioestimulantes

El modo de acción es un efecto específico en un proceso bioquímico o regulador discreto, por lo tanto, el "modo de acción" del glifosato es inhibir la actividad de la enzima enolpiruvilshikimate-3-fosfato sintasa (EPSPS). Con frecuencia, los bioestimulantes no cumplen con este estándar de especificidad y, de hecho, hay pocos productos bioestimulantes para los cuales se ha identificado un sitio objetivo bioquímico específico y un modo de acción conocido. Para un pequeño subconjunto de bioestimulantes, sin embargo, un impacto demostrado en las rutas

bioquímicas o moleculares generales o procesos fisiológicos, denominado aquí como un mecanismo de acción (Yakhin et al., 2016).

Se ha identificado a pesar de que el "modo de acción" explícito puede no ser conocido. Un ejemplo de un "mecanismo de acción" sería una estimulación de la fotosíntesis o la regulación negativa de una vía de señalización del estrés de la planta sin una comprensión del "modo de acción" bioquímico o molecular explícito (Yakhin et al., 2016).

Así mismo, muchos productos bioestimulantes, no se ha identificado un modo de acción específico ni un mecanismo de acción conocido (Yakhin et al., 2016). Los bioestimulantes de componentes múltiples son particularmente difíciles de reconciliar, ya que pueden tener constituyentes para los cuales se conoce el modo de acción y componentes de beneficio funcional no conocido. Además, los bioestimulantes de componentes múltiples con frecuencia contendrán concentraciones medibles, pero biológicamente irrelevantes de elementos esenciales conocidos, aminoácidos y hormonas vegetales, etc., para los cuales se conoce el modo de acción, pero las concentraciones son irrelevantes cuando se usan a las dosis recomendadas. Por lo tanto, para muchos de los bioestimulantes de componentes múltiples en el mercado actual, proponemos que una demostración de un claro "mecanismo de acción" es un objetivo regulatorio más racional y alcanzable que el requerimiento de una demostración inequívoca del "modo de acción" (Yakhin et al., 2016).

La búsqueda del modo de acción de los bioestimulantes se complica por la observación de que se ha demostrado que muchos bioestimulantes inducen genes y benefician la productividad solo cuando las plantas se enfrentan al estrés abiótico y biótico. Por lo tanto, los métodos experimentales deben desarrollarse para producir condiciones de estrés relevantes y reproducibles, de modo que la aplicación de cualquier herramienta molecular para probar la función del gen produzca resultados que sean relevantes para los efectos supuestos sobre la productividad de la planta (Yakhin et al., 2016).

2.2.12. Extracto de microalgas como bioestimulantes

Los extractos de algas marinas contienen una variedad de hormonas vegetales que incluyen citoquininas, auxinas, ácido abscísico, ácido giberélico y ácido salicílico (Calvo). Los extractos de microalgas mostraron una serie de efectos beneficiosos, como el aumento de la absorción de nutrientes, la tolerancia inducida al estrés abiótico y la mejora del rendimiento y la calidad de los cultivos (Ronga et al., 2019).

Las microalgas están atrayendo el interés de las industrias agroquímicas y los agricultores, debido a sus propiedades bioestimulantes y biofertilizantes. Los bioestimulantes de microalgas y los biofertilizantes podrían utilizarse en la producción de cultivos para aumentar la sostenibilidad agrícola. Los bioestimulantes son productos derivados de material orgánico que, aplicados en pequeñas cantidades, pueden estimular el crecimiento y el desarrollo de varios cultivos en condiciones óptimas y estresantes. Los biofertilizantes son productos que contienen microorganismos vivos o sustancias naturales que pueden mejorar las propiedades químicas y biológicas del suelo, estimular el crecimiento de las plantas y restaurar la fertilidad del suelo (Ronga et al., 2019).

La protección de cultivos y reguladores del crecimiento de las plantas, generando múltiples beneficios, como un mejor enraizamiento, mayor rendimiento de los cultivos y calidad y tolerancia a la sequía y la salinidad (Ronga et al., 2019).

Los extractos comerciales de una amplia variedad de algas marinas son cada vez más populares, no solo para su uso como (bio) estimulantes del crecimiento de las plantas, sino también para impartir tolerancia a varios estreses ambientales abióticos. Se informa que varios extractos comerciales de algas marinas mejoran múltiples parámetros agrónomicamente beneficiosos, como el crecimiento de las raíces, la salud de las plantas (estado inmunológico), la biomasa y la calidad (valor), particularmente en condiciones de estrés, p. Ej. suelos salinos y exposición periódica a bajas y altas temperaturas. El efecto de las aplicaciones definidas (las tasas y los tiempos son críticos para que se obtengan respuestas particulares) del extracto de algas marinas también se relaciona con la activación de varios cambios moleculares y bioquímicos en las plantas tratadas, lo que indica el impacto probable de los extractos de algas marinas en vías genéticas. El efecto bioestimulador de las algas marinas y sus extractos en diversos cultivos, y la protección impartida por la exposición a una variedad de condiciones de estrés abiótico (Sangha et al., 2014).

2.2.13. Acido fúlvico

Los ácidos fúlvicos tienen mayor acidez total, mayor número de grupos carboxilo y mayores capacidades de adsorción e intercambio catiónico que el ácido húmico (Bocanegra et al.2006 citado por calvo). Los ácidos fúlvicos son responsables de la quelación y la movilización de iones metálicos, incluidos Fe y Al (Esteves da Silva et al.1998 citado por calvo). Dado su pequeño tamaño molecular, los ácidos fúlvicos pueden pasar a través de microporos de sistemas de membranas biológicas o artificiales, mientras que los ácidos húmicos no pueden. La capacidad

combinada de los ácidos fúlvicos para quedar los nutrientes como el Fe y moverse a través de las membranas ha sugerido que los ácidos fúlvicos pueden desempeñar funciones similares a los quelantes naturales en la movilización y el transporte de Fe y otros micronutrientes (Bocanegra et al. 2006 citado por Calvo). El ácido fúlvico acelera la división celular, por lo tanto, estimula el crecimiento y el desarrollo de las hortalizas, así como el aumento de la energía celular y la regulación del metabolismo de las plantas para evitar que los compuestos de nitrato se acumulen en las plantas y aumente la resistencia a insectos y enfermedades al fomentar la tolerancia a temperaturas extremas, como el calor y el frío. y muchos otros factores físicos (Jackson, 1993 citado por (El Hassan y Husein, 2016).

El ácido fúlvico se quela y une decenas de minerales en una forma biodisponible utilizada por las células. Estos minerales trazan y sirven como catalizadores de vitaminas dentro de la célula. Además, el ácido fúlvico es uno de los transportadores de vitaminas más eficientes hacia la célula (El Hassan y Husein, 2016).

2.2.14. Aminoácidos en el crecimiento y producción del tomate

Los aminoácidos son compuestos orgánicos de bajo peso molecular con una función ácida (COOH) y un amino (NH₂), su principal función es penetrar a través de la cutícula y membranas celulares de las hojas y activar el metabolismo celular (Chen y Aviad, 1990). Los productos basados en proteínas se pueden dividir en dos categorías principales: hidrolizados de proteínas que consisten en una mezcla de péptidos y aminoácidos de origen animal o vegetal y aminoácidos individuales tales como glutamato, glutamina, prolina y glicina betaína. Los hidrolizados de proteínas se preparan mediante hidrólisis enzimática, química o térmica de una variedad de residuos animales y vegetales, incluidos los tejidos epiteliales o conectivos de los animales (Cavani et al. 2006 citado por Calvo).

Los aminoácidos se consideran precursores y constituyentes de proteínas que son importantes para la estimulación del crecimiento celular. Contienen grupos ácidos y básicos y actúan como tampones, lo que ayuda a mantener un valor de pH favorable dentro de la célula vegetal (Davies, 1982 citado por Sadak et al., 2014). Además, los aminoácidos son un bioestimulante bien conocido que tiene efectos positivos en el crecimiento y rendimiento de las plantas y mitiga significativamente las lesiones causadas por el estrés abiótico (Kowalczyk y Zielony, 2008 citado por Sadak et al., 2014).

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Ácidos fúlvicos

Son compuestos orgánicos que resultan de la descomposición de la materia orgánica y/o de los compuestos nitrogenados siendo sintetizados por los microorganismos. Estas macromoléculas son las responsables de la quelación y la movilización de nutrientes, los cuales pueden pasar a través de microporos de las membranas de las células de la raíz.

2.3.2. Aminoácidos

Los aminoácidos son macromoléculas que se desarrollan con unidades de codones que se obtienen en los ribosomas por el ARN de transferencia, siendo importantes ya que el conjunto de aminoácidos forma o sintetizan proteínas en los órganos vegetales

2.3.3. Almacigo

El almacigo es una labor agrícola que se realiza con el objetivo de hacer germinar semillas con un tamaño pequeño que en campo agrícola puede resultar complicada su germinación, o se realiza el almacigo cuando se requiere uniformización en la germinación y permite un buen desarrollo de plántulas y se realiza mediante el uso de depósitos, maceteros u otros medios.

2.3.4. Aporque

La labor cultural del aporque, es el cambio de surco o se coloca la tierra alrededor de la planta el cual cubre las malezas y permite que la planta no se acame y se vuelve más resistente y puede soportar fuerte vientos y el mismo crecimiento, se suele realizar alrededor de los 30 días después del trasplante, dándose en forma manual usando lampa favoreciendo así el desarrollo de las raíces y soporte de la planta.

2.3.5. Bioestimulantes

Los bioestimulantes son compuestos orgánicos obtenidos a partir de materiales orgánico de origen vegetal, los cuales se aplican en pequeñas concentraciones y permiten estimular el

crecimiento y el desarrollo de varios cultivos que se encuentran en condiciones de estrés o se requiera para aumentar la productividad del cultivo aplicado.

2.3.6. Biofertilizantes

Son productos que se obtienen de origen vegetal los cuales tienen sustancias naturales que permiten mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, y en consecuencia permite estimular el crecimiento de las plantas.

2.3.7. Cuajado

Es un proceso natural que se da en las plantas y en los árboles frutales una vez que ocurre la polinización, este proceso permite el crecimiento del fruto ya que existe un flujo de foto asimilados y agua a las flores polinizadas y estas comienzan a hincharse o aumenta su crecimiento para es necesario usar bioestimulantes o fitohormonas para un buen rendimiento de los cultivos.

2.3.8. Estrés

El estrés es un factor abiótico o biótico negativo, los cual provoca una alteración en el metabolismo de las plantas siendo necesario el uso de bioestimulador de las algas marinas y sus extractos en diversos cultivos, y la protección impartida por la exposición a una variedad de condiciones de estrés abiótico se realiza con el uso de extractos comerciales de algas marinas en la producción de plantas.

2.3.9. Extractos de algas marinas

Se usan las algas marinas y se realiza un proceso de purificación obteniendo una variedad de hormonas vegetales que incluyen citoquininas, auxinas, ácido abscísico, ácido giberélico y ácido salicílico, estos extractos de microalgas muestran una serie de efectos beneficiosos, como el aumento de la absorción de nutrientes, la tolerancia inducida al estrés abiótico y la mejora del rendimiento y la calidad de los cultivos.

2.3.10. Producción

Es el resultado del aumento de la productividad del cultivo mediante el uso de tecnologías que permiten reducir aspectos negativos en la planta.

2.3.11. Trasplante

Es una labor que se realiza cuando tenemos las plántulas que se desarrollaron durante el almacigo, y estas son trasplantadas en campo definitivo, se realiza a los 30 días del almacigado, cuando las plántulas tienen entre 5 y 7 hojas verdaderas, ya que estas plántulas ya pueden realizar su fotosíntesis.

2.3.12. Tutorado

Labor que se realiza en plantas con un crecimiento indeterminado y que se realiza usando palos ya que este permite que sigan su crecimiento continuo vertical.

2.4. Hipótesis de investigación

2.4.1. Hipótesis general

- Ha: Existe efectos que causan los bioestimulantes orgánicos en rendimiento del cultivo de *Solanum lycopersicum L.* “tomate” en condiciones de Pativilca.
- Ho: No existe efectos que causan los bioestimulantes orgánicos en rendimiento del cultivo de *Solanum lycopersicum L.* “tomate” en condiciones de Pativilca

2.4.2. Hipótesis específica

- Existe diferencias en los bioestimulantes orgánicos que se adaptará mejor en el cultivo de *Solanum lycopersicum L.* “tomate” en condiciones de Pativilca.
- Existe efecto en uno de los Bioestimulantes orgánicos que rinde mejor el cultivo de *Solanum lycopersicum L.* “tomate” en condiciones de Pativilca

2.5. Operacionalización de las variables

Variable Independiente: Efectos de los Bioestimulantes

Variable dependiente: Rendimiento en el cultivo de Tomate

Tabla 1.
Operación de las variables.

Variable	Operacionalización		
	Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Independiente (X) Efecto de los Bioestimulantes Orgánicos.	Es la capacidad de los Bioestimulantes Orgánicos en la estimulación de la fresa.	X ₁ Aminoácidos	- Aminovigor Premium
		X ₂ Extracto de algas marinas	- Agrostemin GL
Dependiente (Y) Rendimiento en el cultivo de Tomate.	En cuanto al crecimiento óptimo de los cultivos de la fresa, es la capacidad de los Bioestimulantes orgánicos.	X ₃ Acido fulvico	- Bio Protamix
		X ₅ Testigo	- Testigo
		Y ₁ : Altura de planta	Y ₁ : Evaluación semanal
		Y ₂ : Numero de frutos	Y ₂ : cantidad de plantas
		Y ₃ : Peso de frutos	
		Y ₄ : Tamaño y rendimiento	Y ₃ : utilidad

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Gestión del experimento

El diseño se realizará mediante bloques completamente de rangos, donde se efectuará en función al objetivo orientado al rendimiento de cada uno de los tratamientos en relación a las repeticiones, el nivel de investigación del trabajo es aplicado, debido al interés de aplicar los bioestimulantes en el rendimiento de la *Solanum lycopersicum L.* “Tomate” de variedad Chandler. Se utilizará el método científico experimental, donde nos proporcionará conocer su efecto sobre el rendimiento.

3.1.1. Ubicación

El trabajo de investigación se encuentra geográficamente ubicada en la coordenada este 200538.56 m (UTM) y en la coordenada norte 8814355.46 m (UTM), a una altitud de 127 m.s.n.m. Además, la presentación de esta investigación se realizó entre los meses de abril a septiembre del 2019.

Delimitación espacial

Lugar : Caraqueño en el Valle de Pativilca
Distrito : Barranca
Provincia : Barranca
Departamento : Lima.
Región : Lima provincias.



Figura 1. Lugar de ubicación del proyecto, Caraqueño

3.1.2. Características del experimento

Dimensiones del Campo Experimental

Del área total:

-Largo	: 36 m
- Ancho	: 27 m
-Largo del bloque	: 9 m
-Ancho del bloque	: 27 m
-Área neta del experimento	: 972 m ²
-Número de bloques	: 4
-Número de tratamientos por bloque	: 4

De la unidad experimental (UE)

-Largo de la UE	: 7 m
-Ancho de la UE.	: 5,7 m
-Área de la UE	: 39,9 m ²
-Número de surcos de la UE	: 3

Densidad de siembra

- Distancia entre surcos	: 1.9 m
- Distanciamiento entre plantas	: 0.7 m

Croquis de la distribución espacial de los tratamientos

3.1.3. Tratamientos

Tabla 2.

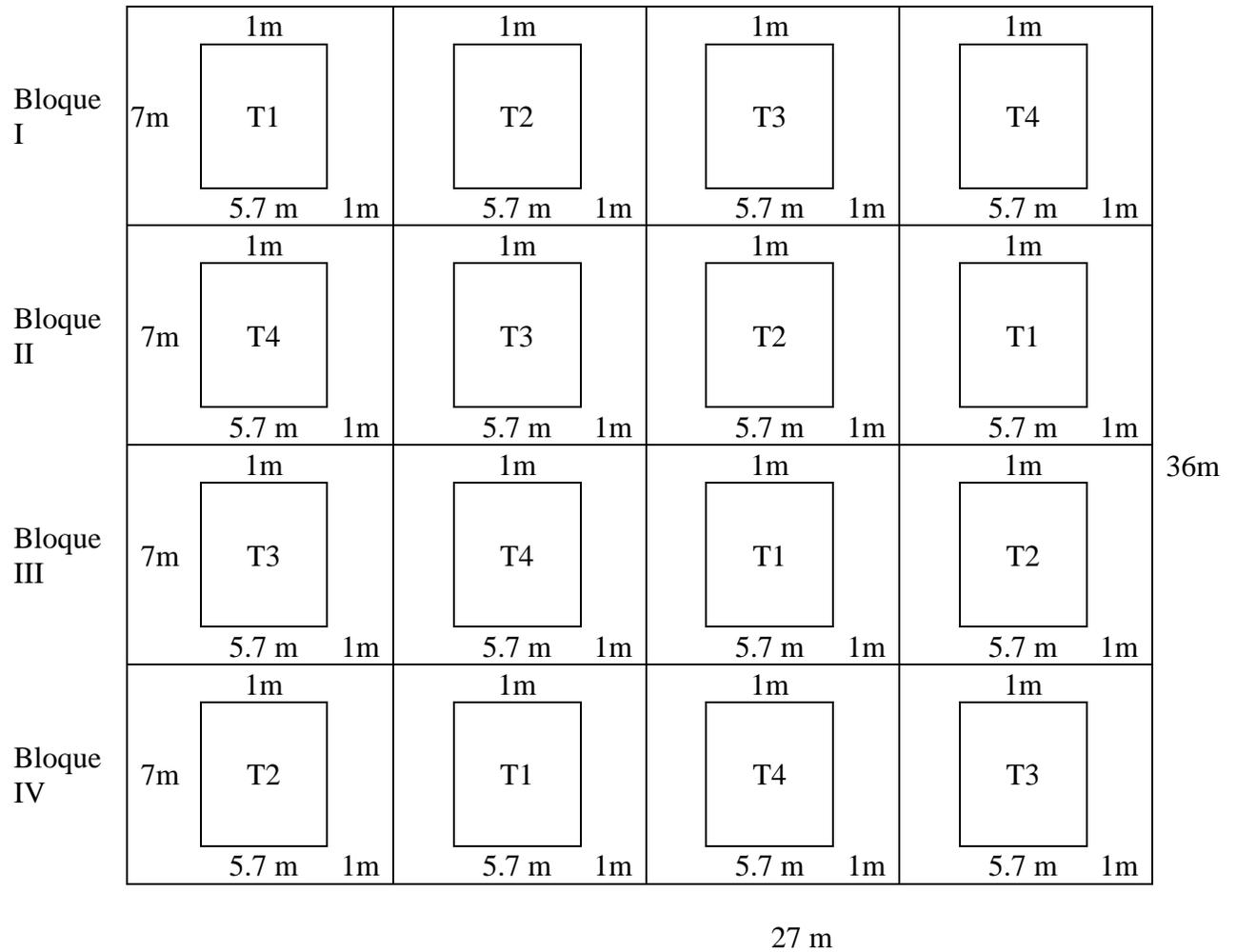
Tratamiento en estudio los Bioestimulantes.

Nº	Bioestimulantes	Dosis
T1	Aminoácidos	400 ml/ha
T2	Extracto de algas marinas	430 g/ha
T3	Ácido Fúlvico	358 g/ha
T4	Testigo sin control (agua)	0

3.1.4. Diseño experimental

Está conformado por los 4 tratamientos en cuatro bloques, haciendo un total de 16 parcelas de experimento.

Tabla 3.
Área experimental del trabajo de investigación.



3.1.5. Variables a evaluar

- Altura de planta
- Numero de frutos por planta
- Peso de frutos por planta
- Diámetro ecuatorial del fruto del tomate
- Diámetro polar del fruto del tomate
- Rendimiento

3.2. Conducción del experimento

Primero se realizó la aplicación de forma foliar a los 15 días después del trasplante, a una dosis de “x” en un intervalo de 15 días, haciendo un total de 11 aplicaciones por todo el ciclo fenológico del tomate.

Bioestimulantes: Los bioestimulantes se aplicaron por vía foliar post-trasplante y luego cada 15 días en cantidades de 1 cc/L hasta la primera floración. Después de la primera floración, se aplicó cada 15 días, pero 1,5 cc/L hasta la aparición del décimo racimo floral.

Evaluación de parámetros agronómicos del cultivo de tomate

- **Altura de planta del tomate**

Se realizó de 10 plantas al azar por tratamiento para su medición desde el cuello de planta hasta la parte terminal de la misma.

- **Numero de frutos por planta**

Se obtuvo seleccionando 10 plantas de cada tratamiento de cada unidad experimental, y contó el número promedio de frutos por planta de cada tratamiento.

- **Peso de frutos por planta**

Se obtuvo seleccionando 10 plantas de cada tratamiento de cada unidad experimental, y peso el número promedio de frutos por planta de cada tratamiento.

- **Diámetro ecuatorial del fruto del tomate**

Se obtuvo seleccionando 10 frutos por planta de cada tratamiento en cada unidad experimental, y se midió el diámetro ecuatorial de cada fruto de tomate.

- **Diámetro polar del fruto del tomate**

Se realizó seleccionando 10 frutos por planta de cada tratamiento en cada unidad experimental, y se midió el diámetro polar de cada fruto.

- **Rendimiento del tomate**

Se cosecharon los surcos centrales de cada parcela en monocultivo y en asociación, se contaron y pesaron los frutos totales y comerciales, llevando la muestra a rendimiento por hectárea.

3.3. Técnicas para el procesamiento de la información

Se realizó un diseño de bloques completamente al azar DBCA con Arreglo factorial el cual constará de 4 tratamientos y 4 repeticiones. Para la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Scott y Knott al nivel de $\alpha=0.05$.

El Modelo aditivo lineal será:

$$Y_{ijk} = U + T_i + B_j + E$$

Dónde:

Y_{ijk} = Valor observado debido a la variación de los tratamientos y bloques.

U = Media general.

T_i = Efecto de tratamientos.

B_j = Efecto de bloques.

E_{ij} = Efecto del error.

Tabla 4.
Análisis de Varianza

FUENTE DE VARIABILIDAD	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
BLOQUE	3	SC_B	$SC_B/3$	CM_B/CM_E	
TRATAMIENTO	3	SC_T	$SC_T/3$	CM_T/CM_E	
ERROR	9	$SC_{T_0}-(SC_B+SC_T)$	$SCE/12$		
TOTAL	15	SC_{T_0}			

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta tomate

El análisis de varianza de la altura de planta del tomate después de la aplicación de los Bioestimulantes, se indica en la Tabla 4, se observa diferencias altamente significativas para la fuente de variación tratamientos. Asimismo, el coeficiente de variación es de 1,19 valor bajo que muestra que los datos de campo en la investigación presentan precisión experimental (García y Sommerfeld, 2016).

Tabla 5.
Análisis de varianza de altura de planta del tomate

F. V.	GL	SC	CM	F	P-Valor	Significancia
Bloques	3	0.69	0.23	0.09	0.9617	ns
Tratamiento	3	158.19	52.73	21.51	0.0002	**
Error	9	22.06	2.45			
Total	15	180.94				

n.s= No significancia

C.V= 1.19%

**= Altamente significancia

La prueba de Scott & Knott al 5% de probabilidades se fundamenta en la Tabla 6 y Figura 2, reporta que el comparativo de medias de los tratamientos para altura de planta de tomate, existen una diferencia el tratamiento T1 con aminoácidos 400 g/ha llego a una altura media de 87 cm, diferenciando a los demás tratamientos como el T4 (Testigo) con una altura de 78,5 cm, T3 Acido fulvico 358 g/ha, con una altura de 80.5 cm, T2 Extracto de algas marinas 430 g/ha, con una altura de 82,25 cm. No mostrando diferencia estas últimas en el cultivo de la planta de tomate.

Tabla 6.
Prueba de Scott & Knott en diferencias de medias de altura de plantas de tomate

Tratamientos	Bioestimulantes	Alturas de planta cm.	Prueba de Scott & Knott
T4	Testigo	78.5	A
T3	Acido fulvico 358 g/ha	80.5	A
T2	Extracto de algas marinas 430 g/ha	82.25	A
T1	Aminoacidos 400 ml/ha	87	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

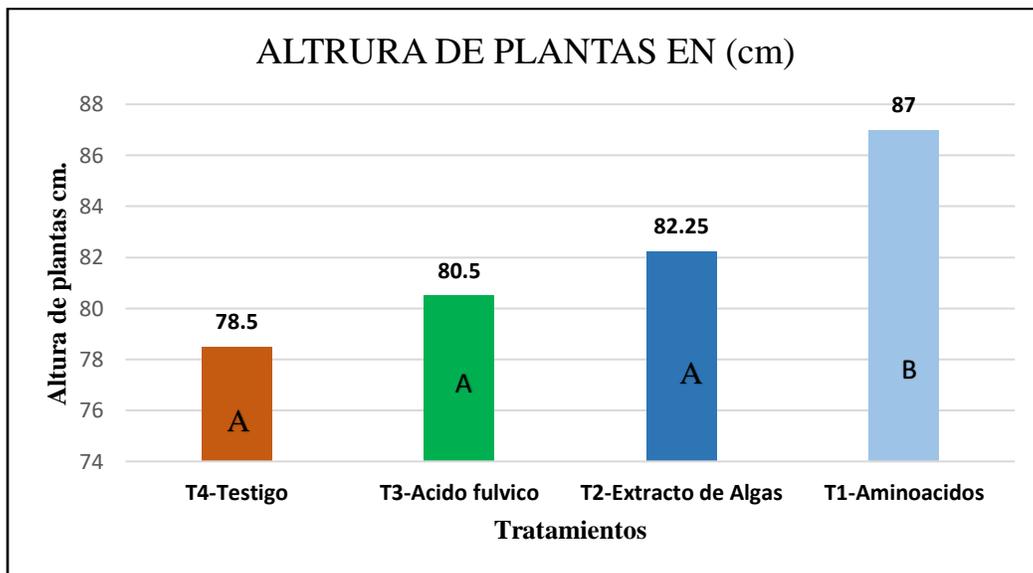


Figura 2. Diferencias por tratamiento en alturas de plantas.

4.2. Numero de frutos por planta

El análisis de varianza del número de frutos por planta después de la aplicación de los bioestimulantes Tabla 7, se observa diferencias altamente significativas para la fuente de variación tratamientos. Asimismo, el coeficiente de variación es de 3,21% valor bajo que muestra que los datos de campo en la investigación presentan precisión experimental (García y Sommerfeld, 2016).

Tabla 7.

Análisis de varianza de numero de frutos por planta de tomate.

F. V.	GL	SC	CM	F	P-Valor	Significancia
Bloques	3	1,19	1,06	2,1	0,1711	ns
Tratamiento	3	206,69	68,9	135,9	0.0001	**
Error	9	4,56	0,51			
Total	15	214,44				

n.s= No significancia

C.V= 3.21%

**= Altamente significancia

La prueba de Scott & Knott al 5% de probabilidades en la Tabla 7 y Figura 3 se indica, reportando en comparativo de medias de los tratamientos para número de frutos por planta, existen diferencias entre sí, mostrando al T2 Extracto de algas marinas a una dosis de 430 g/ha, con una media de 27 frutos por planta, similar estadísticamente diferencia en el tratamiento T1 Aminoácidos a una dosis de 400 ml/ha, con media de 23,25 frutos por planta, de igual diferencia estadísticamente, asimismo el tratamiento T3 con ácido fulvico 358 g/ha, con una media de 21.5 frutos por planta y por último el tratamiento T4 (Testigo sin control) con una diferencia media de 17 frutos que se diferencia con letras mayúsculas, en la planta de tomate.

Tabla 8.

Prueba de Scott & Knott de comparaciones de medias en número de frutos por plantas

Tratamiento	Bioestimulantes	Numero de frutos	Prueba de Scott & Knott
T4	Testigo	17	A
T3	Acido fulvico 358 g/ha	21,5	B
T1	Aminoacidos 400 ml/ha	23,25	C
T2	Extracto de algas marinas 430 g/ha	27	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

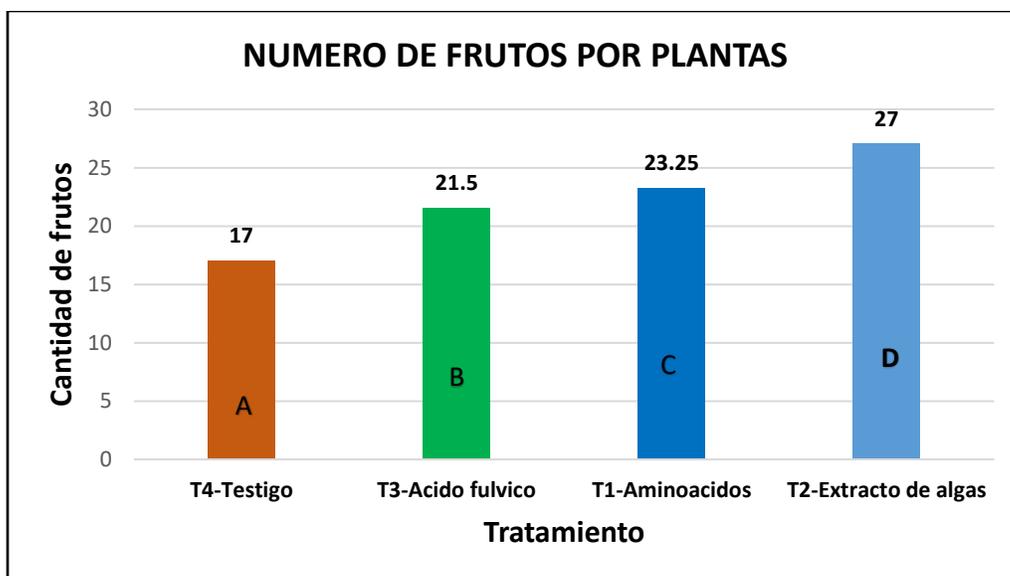


Figura 3. Diferencias por tratamiento en número de frutos por plantas.

4.3. Peso de frutos por planta

El análisis de varianza del peso de frutos por planta después de la aplicación de los Bioestimulantes Tabla 9, se observa diferencias altamente significativas para la fuente de variación de tratamientos. Asimismo, el coeficiente de variación es de 11,5% valor que muestra que los datos de campo en la investigación presentan precisión experimental (García y Sommerfeld, 2016).

Tabla 9.

Análisis de varianza en peso de frutos por plantas

F. V.	GL	SC	CM	F	P-Valor	Significancia
Bloques	3	0,15	0,05	0,71	0,5689	ns
Tratamiento	3	1,7	0,57	7,95	0,0067	**
Error	9	0,64	0,07			
Total	15	2,5				

n.s= No significancia

C.V= 11.5%

**= Altamente significancia

La prueba de Scott & Knott al 5% de probabilidades en la Tabla 10 y Figura 4 se indica, los comparativos de medias de los tratamientos para peso de frutos por planta, donde no existe diferencias entre el T2 Extracto de algas marinas a una dosis de 430 g/ha, con una media de 2,78 Kg frutos por planta, similar con el tratamiento T1 Aminoácidos a una dosis de 400 ml/ha, con una media de 2,40 Kg de frutos por planta, pero si se diferencian estadísticamente al tratamiento T3 con ácido fulvico 358 g/ha, con una media de 2,20 Kg de frutos por planta, similitud el tratamiento T4 (Testigo sin control) con una diferencia media de 1,88 Kg de frutos por plantas, como se especifica con las letras mayúsculas.

Tabla 10.
Prueba de Scott & Knott de comparaciones de medias en peso de frutos por plantas

Tratamiento	Bioestimulante	Kg/planta	Prueba de Scott & Knott
T4	Testigo	1,88	A
T3	Acido fulvico 358 g/ha	2,20	A
T1	Aminoacidos 400 ml/ha	2,40	B
T2	Extracto de algas marinas 430 g/ha	2,78	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

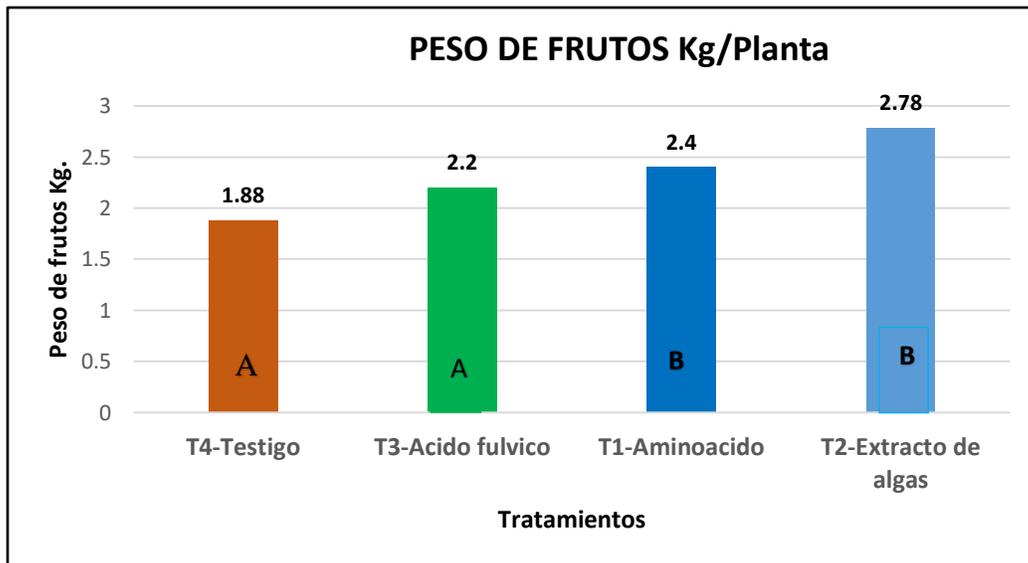


Figura 4..Diferencias por tratamiento en peso de frutos por plantas.

4.4. Diámetro ecuatorial del fruto del tomate

El análisis de varianza del diámetro ecuatorial del fruto del tomate después de la aplicación de los Bioestimulantes Tabla 11, se observa diferencias altamente significativas para la fuente de variación entre tratamientos. Asimismo, el coeficiente de variación es de 1,6% valor bajo que muestra que los datos de campo en la investigación presentan precisión experimental (García y Sommerfeld, 2016).

Tabla 11.
Análisis de varianza en diámetro ecuatorial del fruto del tomate

F.V.	GL	SC	CM	F	P-Valor	Significancia
Bloques	3	0,69	0,23	0,31	0,8148	ns
Tratamiento	3	13,69	4,56	6,26	0,0139	**
Error	9	6,56	0,73			
Total	15	20,94				

n.s= No significancia

C.V= 1.6%

**= Altamente significancia

La prueba de Scott & Knott al 5% de probabilidades en la Tabla 12 y Figura 5 se indica, los comparativos de las medias de los tratamientos para diámetro ecuatorial de fruto, existen diferencias entre sí, mostrando al T2 Extracto de algas marinas a una dosis de 430 g/ha, con una media de 58,15 mm. De diámetro ecuatorial del fruto, similar estadísticamente diferencia en el tratamiento T1 Aminoácidos a una dosis de 400 ml/ha, con media de 53,28 mm. De diámetro ecuatorial, de igual diferencia estadísticamente, asimismo el tratamiento T3 con ácido fulvico 358 g/ha, con un diámetro de 51,95 mm. De diámetro ecuatorial de fruto, el tratamiento T4 (Testigo sin control) con una diferencia media de 48,5 mm. De diámetro ecuatorial de fruto que se diferencian con letras mayúsculas tanto en la tabla como en la figura de barras.

Tabla 12.
Prueba de Scott & Knott de comparaciones de medias diámetro ecuatorial de fruto

Tratamiento	Boestimulantes	Diametro (mm)	Prueba de Scott & Knott
-------------	----------------	---------------	-------------------------

T4	Testigo	48,5	A	
T3	Acido fulvico 358 g/ha	51,95		B
T1	Aminoacidos 400 ml/ha	53,28		C
T2	Extracto de algas marinas 430 g/ha	58,15		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

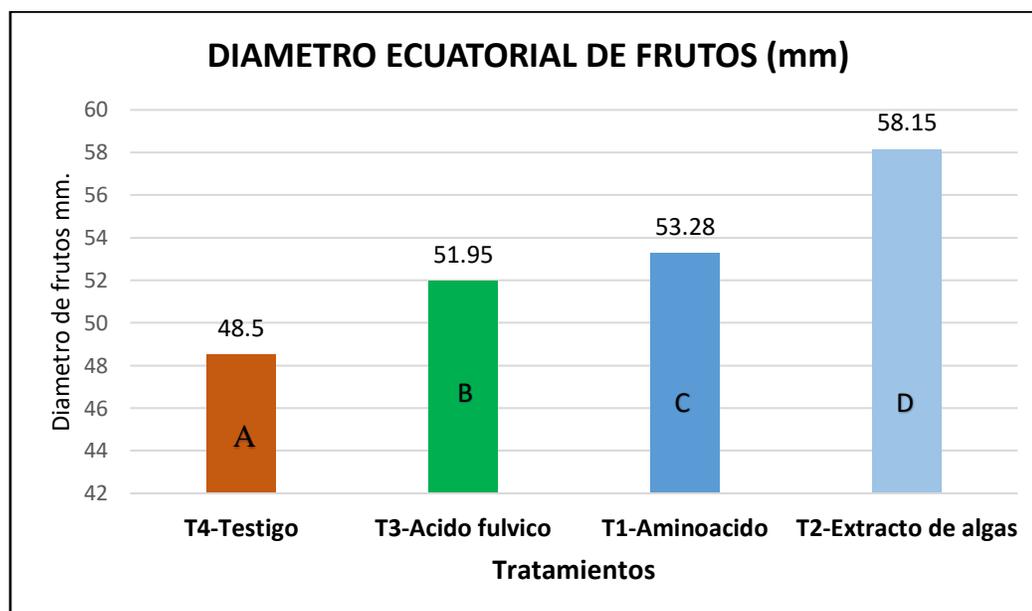


Figura 5. Diferencias por tratamiento de diámetro ecuatorial de fruto.

4.5. Diámetro polar del fruto del tomate

El análisis de varianza del diámetro polar del fruto del tomate después de la aplicación de los Bioestimulantes Tabla 13, se observa diferencias altamente significativas para la fuente de variación entre tratamientos. Asimismo, el coeficiente de variación es de 0,92% valor bajo que muestra que los datos de campo en la investigación presentan precisión experimental (García y Sommerfeld, 2016).

Tabla 13.
Análisis de varianza en diámetro polar del fruto de tomate

F. V.	GL	SC	CM	F	P-Valor	Significancia
-------	----	----	----	---	---------	---------------

Bloques	3	2.3	0.77	1,83	0,2125	n.s
Tratamiento	3	459,38	153.13	365,55	0.0001	**
Error	9	3,77	0.42			
Total	15	465.44				

n.s= No significancia

C.V= 0.92%

**= Altamente significancia

La prueba de Scott & Knott al 5% de probabilidades en la Tabla 12 y Figura 6 se indica, los comparativos de las medias de los tratamientos para diámetro polar de fruto, existen diferencias entre sí, mostrando al T2 Extracto de algas marinas a una dosis de 430 g/ha, con una media de 76,58 mm. De diámetro polar del fruto, similar estadísticamente diferencia en el tratamiento T1 Aminoácidos a una dosis de 400 ml/ha, con media de 72,7 mm. De diámetro polar, de igual diferencia estadísticamente, asimismo el tratamiento T3 con ácido fulvico 358 g/ha, con un diámetro de 70,50 mm. De diámetro polar de fruto, el tratamiento T4 (Testigo sin control) con una diferencia media de 61,95 mm. De diámetro polar de frutos, que se diferencian con letras mayúsculas tanto en la tabla como en la figura de barras.

Tabla 14.

Prueba de Scott & Knott de comparaciones de medias diámetro polar de fruto

Tratamiento	Bioestimulantes	Polar fruto	Prueba de Scott & Knott			
T4	Testigo	61,95	A			
T3	Acido fulvico 358 g/ha	70,58	B			
T1	Aminoacidos 400 ml/ha	72,7	C			
T2	Extracto de algas marinas 430 g/ha	76,58	D			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

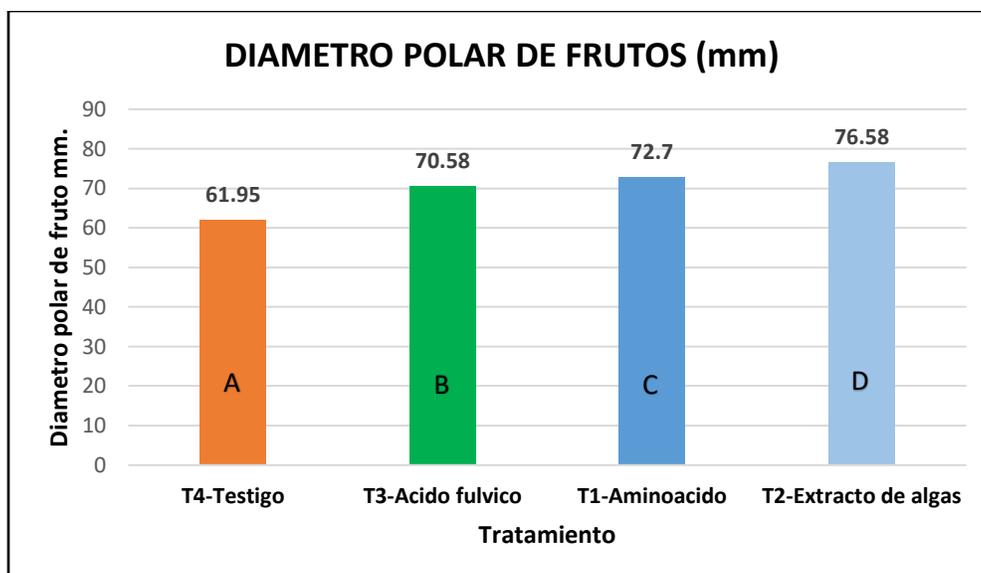


Figura 6. Diferencias por tratamiento de diámetro polar de los frutos.

4.6. Rendimiento del tomate

El análisis de varianza del rendimiento del tomate t/ha, después de la aplicación de los Bioestimulantes Tabla 15, se observa diferencias altamente significativas para la fuente de variación entre tratamientos, a una prueba de significancia ($p > 0,05$), con un coeficiente de variación de 2,63% valor bajo que muestra que los datos de campo en la investigación presentan precisión experimental (García y Sommerfeld, 2016).

Tabla 15.

Análisis de varianza en diámetro polar del fruto de tomate

F. V.	GL	SC	CM	F	P-Valor	Significancia
Bloques	3	0,85	0,28	0,45	0,7229	n.s
Tratamiento	3	518,13	172,71	275,82	0,0001	**
Error	9	5,65	0,63			
Total	15	524,61				

n.s= No significancia

C.V= 2.63%

**= Altamente significancia

La prueba de Scott & Knott al 5% de probabilidades en la Tabla 16 y Figura 6 se indica, los comparativos de las medias de los tratamientos para el rendimiento en t/ha de frutos de tomate, existen diferencias entre sí, mostrando al T2 Extracto de algas marinas a una dosis de 430 g/ha, con una media de 37,23 t/ha. En rendimiento de frutos, similar estadísticamente diferencia en el tratamiento T1 Aminoácidos a una dosis de 400 ml/ha, con media de 33.03 t/ha. En rendimiento, de igual diferencia estadísticamente en el tratamiento T3 con ácido fulvico 358 g/ha, con un rendimiento de 28,38 t/ha. En último lugar el tratamiento T4 (Testigo sin control) con una diferencia media de 21,9 t/ha. Donde supera el Tratamiento T2 con un 41% en rendimiento al T1 que es el testigo en rendimiento de frutos, que se especifica las diferencias con letras mayúsculas en la tabla como en la figura de barras.

Tabla 16.
Prueba de Scott & Knott de comparaciones de medias en rendimiento t/ha de frutos

Tratamiento	Bioestimulantes	Medias Rto. (t/ha)	Prueba de Scott & Knott
T4	Testigo	21,9	A
T3	Ácido fulvico 358 g/ha	28,38	B
T1	Aminoacidos 400 ml/ha	33,03	C
T2	Extracto de algas marinas 430 g/ha	37,23	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

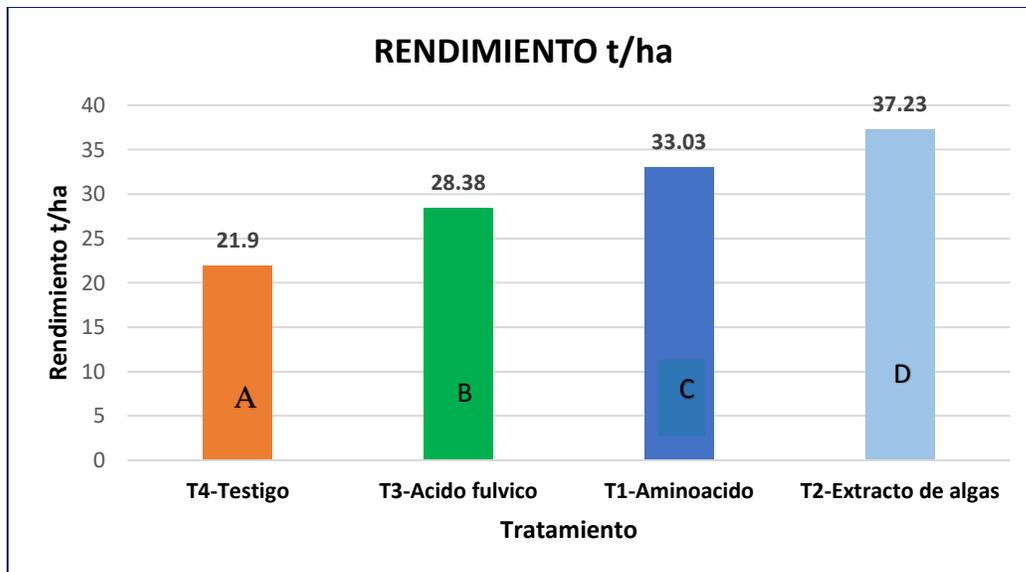


Figura 7. Diferencias por tratamiento de diámetro polar de los frutos

CAPITULO V. DISCUSIONES

Los resultados para altura de planta del tomate, muestra al tratamiento T1 (Aminoácidos 400 ml/ha) con mayor tamaño de 87 cm, con una diferencia al tratamiento T2 (Extracto de algas marinas 430 g/ha). Con un tamaño de 82,25 cm, concuerdan con el autor Borrero et al. (2012) quienes en su investigación sobre bioestimulantes a base de Aminoácidos en tomate, encontró incremento en la altura de la planta de tomate, con medias que estuvieron entre un 55 a 75 cm, con 17 % más alto que el testigo. Asimismo, se asemejan a los reportado por Ali et al (2016) quienes encontraron que el extracto de algas marinas (*A. nodosum*) estimuló crecimiento vegetativo y además, del crecimiento reproductivo en el desarrollo del cultivo y sugirió que el mayor rendimiento de frutos se debió en parte a un mayor crecimiento en las plantas logrando mayor producción de fotosintatos y una mayor translocación de estos al órgano de reserva (fruto).

Los resultados en nuestra investigación en número de frutos por planta, reporta que el tratamiento T2 (Extracto de algas marinas a una dosis de 430 g/ha) muestra mayor número con 27 frutos, con una diferencia al tratamiento T1 (Aminoácidos a una dosis de 400 ml/ha), con 23,25 frutos, el T1 diferente estadísticamente al tratamiento T3 (Ácido Fúlvico a una dosis de 358 g/ha). Resultado similar a lo reportado por Francesca et al. (2020) quienes, en su investigación sobre el uso de un bioestimulante a base de algas en el rendimiento y calidad de la fruta de tomate, reportaron que el tratamiento con el bioestimulante a base de algas incrementó el número de frutos, en el genotipo E36 con 25 frutos por planta y el menor para el E16 con menos de 15 frutos por planta. Además, indicaron que el mayor número de fruto se debe a la actividad de las citoquininas que favorecen a la división celular y el alto nivel de prolina presente en el bioestimulante, un aminoácido cuyo contenido natural en los órganos florales es diez veces mayor que en las hojas. En cambio, Suh et al. (2014) quienes reportaron que el número total de frutos por planta aumentó en respuesta a los tratamientos con ácido Fúlvico con 19,6 frutos por planta, menor que en los resultados mostrados.

Los resultados del peso de frutos por planta de tomate, muestra al tratamiento T2 (Extracto de algas marinas a una dosis de 430 g/ha) fue superior a todos los tratamientos junto al tratamiento T1 (Aminoácidos a una dosis de 400 ml/ha). Los resultados se asemejan a lo reportado a Ordóñez (2019) quienes indicaron que las plantas de tomate que fueron aplicados por el bioestimulante a

base de algas, alcanzaron 2,1 kg por planta, mientras que el testigo obtuvo 0,8 kg por planta. Asimismo, fueron similares a lo mostrado por Suh et al. (2014) quienes reportaron que el peso de frutos por planta fue mayor en el tratamiento de (extracto de algas a dosis de 0,8 g/L) con una media de 2,4 kg por planta. Cabe resaltar, que el extracto de algas contiene sustancias bioactivas, tales como vitaminas, minerales, reguladores del crecimiento, compuestos orgánicos, y agentes humectantes, coloides mucilaginosos (agar, ácido algínico, y manitol) que ayudan en la retención de la humedad y los nutrientes en la capa arable del suelo (Zermeño et al., 2015).

Los resultados para el rendimiento del tomate (t/ha), muestra al tratamiento T2 (Extracto de algas marinas a una dosis de 430 g/ha) con mayor rendimiento junto al tratamiento T1 (Aminoácidos a una dosis de 400 ml/ha) y este similar al tratamiento T3 (Ácido Fúlvico a una dosis de 358 g/ha). Los resultados se asemejan a lo reportado por García y Sommerfeld (2016) quienes estudiando aplicaciones de extractos de algas (*Acutodesmus dimorphus*) con diferentes concentraciones, obtuvieron mayor rendimiento en el tratamiento con 50% de concentración de extracto de algas (3,75 g/mL) con rendimiento que varían entre 30 a 40 t/ha. En cambio, Suh et al. (2014) quienes estudiando el uso de bioestimulante en tomate mostraron que el rendimiento total fue mayor en el tratamiento de aminoácidos a dosis de 0,8 g/L y luego disminuyó a medida que aumentaba la concentración, indicando que los aminoácidos y los ácidos fúlvicos podrían incrementar el rendimiento de tomate.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

El tratamiento T2 (Extracto de algas marinas a una dosis de 430 g/ha) reportó mayor rendimiento con 37,23 t/ha, superando con 41%, frente al tratamiento T1 (Testigo) 21,9 t/ha, en el cultivo de tomate en Pativilca. En prueba de Scott & Knott al 5% de probabilidades de comparativos de las medias de los tratamientos para el rendimiento en t/ha de frutos de tomate, existen diferencias entre sí, mostrando al T2 Extracto de algas marinas a una dosis de 430 g/ha, con una media de 37,23 t/ha. En rendimiento de frutos, similar estadísticamente diferencia en el tratamiento T1 Aminoácidos a una dosis de 400 ml/ha, con media de 33.03 t/ha. En rendimiento, de igual diferencia estadísticamente en el tratamiento T3 con ácido fulvico 358 g/ha, con un rendimiento de 28,38 t/ha. En último lugar el tratamiento T4 (Testigo sin control) con una diferencia media de 21,9 t/ha. En rendimiento de frutos.

La prueba de Scott & Knott al 5% de probabilidades se fundamenta y reporta que el comparativo de medias de los tratamientos para altura de planta de tomate, existen una diferencia el tratamiento T1 con aminoácidos 400 g/ha llegó a una altura media de 87 cm, diferenciando a los demás tratamientos como el T4 (Testigo) con una altura de 78,5 cm, T3 Acido fulvico 358 g/ha, con una altura de 80.5 cm, T2 Extracto de algas marinas 430 g/ha, con una altura de 82,25 cm. No mostrando diferencia estas últimas en el cultivo de la planta de tomate.

6.2. Recomendaciones

- ✓ Se recomienda utilizar el bioestimulante a base del extracto de algas marinas a una dosis de 430 g/ha en el cultivo de tomate bajo condiciones de Pativilca.
- ✓ Se recomienda probar el extracto de algas marinas a una dosis de 430 g/ha bajo otras zonas de producción de tomate en el Perú.
- ✓ Se recomienda difundir la aplicación del bioestimulante a base de extracto de algas marinas a una dosis de 430 g/ha y de aminoácidos a una dosis de 400 ml/ha para mejorar el rendimiento y calidad del fruto de tomate.

CAPITULO VII. REFERENCIAS

- Alcívar, L., Cadena, D., Salinas, J., Goyes, M. y Santana, D. (2016). *Dosis y Épocas De Aplicación De Nicosulfuron En El Cultivo De Maíz En La Localidad De Babahoyo*, Ecuador. *European Scientific Journal*, 12(33): 290-298.
- Ali, N., Farrell, A., Ramsubhag, A., and Jayaraman, J. (2016). *The effect of Ascophyllum nodosum extract on the growth, yield and fruit quality of tomato grown under tropical conditions*. *J Appl Phycol* 28, 1353–1362.
- Ancajima, L. (2016). *Aplicación de bioestimulantes en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en condiciones del Valle De Cañete* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, La Molina. Lima, Perú.
- Avendaño, J. (2011). *Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum Mili) variedad lia en el C.E.A. 111 Fundo Los Pichones* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú..
- Bolaños, H. (2001). *Reproducción Vegetal, Fenología del Tomate*. 2ª ed. San José, Costa Rica: Editorial Trillas.
- Boras, M, Zidan R., y Halloum, W. (2011). *Effect of amino acids on growth, production and quality of tomato in plastic greenhouse*. *Tishreen Univ. J Res. and Sc Studies*. *Biolog Sci Series*, 33(5):229-238.
- Borrero, Y., Cabrera, M., Rojas, O., Angarica, E., y Rodríguez, A. *Efecto del bioestimulante Fitomás-e en el cultivo del tomate (Licopersicum esculentum Mill)*, híbrido ha- 3057 bajo condiciones de casa de cultivo protegido. *Ciencia en su PC*, 1: 35-46.
- Calvo, P., Nelson, L. and Kloepper, J. (2014). *Agricultural uses of plant biostimulants*. *Plant Soil* 383, 3-41.

- Carrera, D. y Canacuán, A. (2011). *Efecto de tres bioestimulantes orgánicos y un químico en dos variedades de fréjol arbustivo, cargabello y calima rojo (Phaseolus vulgaris L.) en Cotacachi-Imbabura (tesis de pregrado)*. Universidad Técnica Del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Chaurasia, S., Singh, K., and Rai, M. (2005). *Effect of foliar application of water soluble fertilizers on growth, yield, and quality of tomato (Lycopersicon esculentum L.)*. Sri Lankan J. Agric. Sci. 42: 66 – 70.
- Chen, Y. and Aviad, T. (1990). *The effect of foliar applications of a bio-stimulant derived from algae extract on the physiological behavior of lulo seedlings (Solanum quitoense cv. Septentrionale)*. Cien. Inv. Agr. 43(1):25-37.
- El Hassan, S. and Husein, M. (2016). Response of Tomato Plants to Foliar Application of Humic, Fulvic Acid and Chelated Calcium. Egypt. J. Soil Sci. 56(3): 401 – 141.
- Francesca, S., Arena, C., Meles, B., Schettini, C., Ambrosino, P., Barone, A., and Rigano, M. (2018). *The Use of a Plant-Based Biostimulant Improves Plant Performances and Fruit Quality in Tomato Plants Grown at Elevated Temperatures*. Agronomy, 10, 363.
- García, J., and Sommerfeld, M., (2016). Biofertilizer and biostimulant properties of the microalga *Acutodesmus dimorphus*. J Appl. Phycol. 28 (2), 1051–1061.
- Hernández, A. (2011). *Desarrollo de Tomate Cherry (Solanum lycopersicum L. cv. Camelia) en Respuesta a la Biofertilización Bajo Condiciones de Casasombra y Análisis de Algunos Parámetros Fisiológicos (tesis de posgrado)*. Madison Centro De Investigación En Química Aplicada, Saltillo, Coahuila, México.
- Kocira, S.; Szparaga, A.; Kocira, A.; Czerwinska, E.; Wojtowicz, A.; Bronowicka-Mielniczuk, U.; Koszel, M.; Findura, P. (2018). *Modeling biometric traits, yield and nutritional and antioxidant properties of seeds of three soybean cultivars through the application of biostimulant containing seaweed and amino acids*. Front. Plant Sci. 9, 388.

- Merino, G. (2017). *Producción de Semillas Híbridas de Tomates (Solanum lycopersicum L.) Determinados e Indeterminados en el valle de Cañete* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Monzón, C. (2016). *Evaluación del rendimiento de tomate de crecimiento indeterminado (Lycopersicon esculentum Mill) de variedades híbridas utilizando abonos fermentados de gallinaza y cuyaza – Abancay* (tesis de pregrado). Universidad Tecnológica De Los Andes, Abancay, Apurímac, Perú.
- Nuez, F; Gil, R. Y Costa, J. (1999). *El Cultivo de Pimientos, Chiles y Ajíes*. Edit. Mundi –Prensa. España. 535 pp.
- Ordóñez, F. (2019). *Evaluación de un bioestimulante comercial en el rendimiento y desarrollo del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum) variedad Fortuna bajo condiciones de invernadero en la provincia del Azuay* (Tesis de pregrado). Universidad De Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Ronga, D., Biazzi, E., Parati, K., Carminati, D., Carminati, E. and Tava, A. (2019). Microalgal Biostimulants and Biofertilisers in Crop Productions. *Agronomy* 9, 192.
- Lesur, L. (2006). *Manual del cultivo de tomate*. México, México: Ed. Trillas.
- Rouphael, Y.; Colla, G.; Giordano, M.; El-Nakhel, C.; Kyriacou, M.C.; De Pascale, S. (2017). *Foliar applications of a legume-derived protein hydrolysate elicit dose-dependent increases of growth, leaf mineral composition, yield and fruit quality in two greenhouse tomato cultivars*. *Sci. Hortic.*, 226, 353–360.
- Sadak, M., Abdelhamid, M. and Schmidhalter, U. (2014). *Effect of foliar application of aminoacids on plant yield and some physiological parameters in bean plants irrigated with seawater*. *Acta biol. Colomb.*, 20(1):141-152.
- Sangha, J., Critchley, A. and Prithiviraj, B. (2014). *Seaweeds (Macroalgae) and Their Extracts as Contributors of Plant Productivity and Quality: The Current Status of Our Understanding*. *Advances in Botanical Research*, 71:189-214.

- Saraswathi, T. and Praneetha, S. (2013). Effect of biostimulants on yield and quality in tomato. *J. Hortl. Sci.* 8(1):107-110.
- Suh, H., Yoo, K., and Suh, S. (2014). *Effect of Foliar Application of Fulvic Acid on Plant Growth and Fruit Quality of Tomato* (*Lycopersicon esculentum* L.). *Hort. Environ. Biotechnol.* 55(6):455-461.
- Supraja, K.V., Bunushree, B., and Balasubramanian, P. (2020). Efficacy of microalgal extracts as biostimulants through seed treatment and foliar spray for tomato cultivation. *Industrial Crops and Products* 151, 112453.
- Yakhin, O., Lubyantsev, A. and Brown, P. (2016). Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. *Front Plant Sci.*; 7: 2049.
- Zermeño, A., López, B., Melendres, A., Ramírez, H., Rodríguez, H., y Munguia, J. (2015). *Extracto de alga marina y su relación con fotosíntesis y rendimiento de una plantación de vid. Extracto de alga marina y su relación con fotosíntesis y rendimiento de una plantación de vid.* *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp.* 12: 2437-2446.
- Zodape, S. T., A. Gupta, S.C. Bhandari, U.S. Rawat, D.R. Chaudhary, E. Eswaranand, and J. Chikara. (2011). *Foliar application of seaweed sap as bio-stimulant for enhancement of yield and quality of tomato* (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *J. Sci. Ind. Res.* 70:215-219.

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de consistencia

Tabla 17.

Efecto de la Aplicación de bioestimulantes en el rendimiento de cultivo de *Solanum lycopersicum L.* “tomate” bajo condiciones de Pativilca

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<p>¿Qué efecto causara los bioestimulantes orgánicos en rendimiento del cultivo de <i>Solanum lycopersicum L.</i> “tomate” en condiciones de Pativilca?</p> <p>¿Cuál de los bioestimulantes orgánicos se adaptará mejor en el cultivo de <i>Solanum lycopersicum L.</i> “tomate” en condiciones de Pativilca?</p> <p>¿Con cuál de los Bioestimulantes orgánicos rendirá mejor el cultivo de <i>Solanum lycopersicum L.</i> “tomate” en condiciones de Pativilca?</p>	<p>Determinar los efectos que causan los bioestimulantes orgánicos en rendimiento del cultivo de <i>Solanum lycopersicum L.</i> “tomate” en condiciones de Pativilca</p> <p>Evaluar los bioestimulantes orgánicos que se adaptará mejor en el cultivo de <i>Solanum lycopersicum L.</i> “tomate” en condiciones de Pativilca</p> <p>Determinar con cuál de los Bioestimulantes orgánicos rendirá mejor el cultivo de <i>Solanum lycopersicum L.</i> “tomate” en condiciones de Pativilca.</p> <p>-</p>	<p>Ha: Existe efectos que causan los Bioestimulantes orgánicos en rendimiento del cultivo de <i>Solanum lycopersicum L.</i> “tomate” en condiciones de Pativilca</p> <p>Ho: No existe efectos que causan los bioestimulantes orgánicos en rendimiento del cultivo de <i>Solanum lycopersicum L.</i> “tomate” en condiciones de Pativilca</p> <p>Hipótesis 01</p> <p>Existe diferencias en los bioestimulantes orgánicos que se adaptará mejor en el cultivo de <i>Solanum lycopersicum L.</i> “tomate” en condiciones de Pativilca.</p> <p>Existe efecto en uno de los Bioestimulantes orgánicos que rinde mejor el cultivo de <i>Solanum lycopersicum L.</i> “tomate” en condiciones de Pativilca</p>	<p>Variables independientes (X). - Los factores a estudiar serán los siguientes: -Diferencia entre los bioestimulantes en el rendimiento del cultivo del tomate</p> <p>X: Bioestimulantes (T):</p> <ul style="list-style-type: none"> - T1: Aminoácidos - T2: Ácido Fúlvico - T3: Extracto de algas - T4: Testigo sin control (agua) <p>Variables dependientes (Y):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Y1: Altura de planta - Y2: Numero de fruto por planta - Y3: Peso de fruto por planta - Y4: Diametro ecuatorial del fruto del tomate - Y5: Diametro polar del fruto del tomate - Y6: Rendimiento del tomate 	<p>Los indicadores que se utilizarán en el presente trabajo de investigación serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ml - g/ha - g/ha cm - Número - % - t ha⁻¹

ANEXO 2. Datos de Campo

Tabla 18.

Datos de campo de altura de plantas

Bloques	Tratamientos				Total/ bloques
	T1	T2	T3	T4	
I	86	83	79	79	327
II	88	82	81	78	329
III	85	81	82	80	328
IV	89	83	80	77	329
Total/tratamiento	348	329	322	314	1313
Promedios	87	82.25	80.5	78.5	

Tabla 19.

Datos de campo número de frutos por plantas

Bloques	Tratamiento				Total/bloques
	T1	T2	T3	T4	
I	24	27	21	17	89
II	23	28	22	18	91
III	22	26	21	17	86
IV	24	27	22	16	89
Total tratamientos	93	108	86	68	355
Promedios	23.25	27	21.5	17	

Tabla 20.

Datos de campo peso de frutos por planta

Bloques	Tratamientos				Total bloques
	T1	T2	T3	T4	
I	2.5	2.8	2.2	1.5	9
II	2.4	2.7	2.1	1.7	8.9
III	2.3	2.9	2.3	1.7	9.2
IV	2.4	2.7	2.2	1.6	8.9
Total Tratamiento	9.6	11.1	8.8	6.5	36
Promedio	2.4	2.775	2.2	1.625	

Tabla 21.
Datos de campo diámetro ecuatorial de planta de tomate

Bloques	Tratamientos				Total bloques
	T1	T2	T3	T4	
I	53.3	58.3	52.2	48.1	211.9
II	52.4	57.6	52.1	49.1	211.2
III	53.3	58.4	51.2	48.6	211.5
IV	54.1	58.3	52.3	48.2	212.9
Total Tratamiento	213.1	232.6	207.8	194	847.5
Promedio	53.275	58.15	51.95	48.5	

Tabla 22.
Datos de campo rendimiento en producción

Bloques	Tratamientos				Total bloques
	T1	T2	T3	T4	
I	33,2	38,2	29,2	21,2	280
II	33,8	37,6	28,8	21,3	283.3
III	32,5	36,5	27,6	22,6	280.6
IV	32.6	37,6	27,9	22,5	283.3
Total Tratamiento	290.8	306.3	282.3	247.8	1127.2
Promedio	72.7	76.575	70.575	61.95	

ANEXO 3. FOTOS



Figura 8. Material de investigación “tomate”



Figura 9. Bioestimulantes



Figura 10. Preparación de los bioestimulantes y aplicación en el cultivo de tomate



Figura 11. Trabajo de campo



Figura 12. Tomate



Figura 13. Trabajo de campo medición de fruto de tomate