

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

**EFFECTO DE TRES BIOESTIMULANTES EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE
TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.), CULTIVAR GALILEA, EN EL
CENTRO EXPERIMENTAL AGRICOLA III LOS PICHONES-TACNA**

TESIS

Presentada por:

Bach. ERNESTO VALENTIN MOLLINEDO TARQUI

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA – PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

EFFECTO DE TRES BIOESTIMULANTES EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.), CULTIVAR GALILEA, EN EL CENTRO EXPERIMENTAL AGRICOLA III LOS PICHONES-TACNA

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 21 DE DICIEMBRE DEL 2018, SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE: 
MSc. ARISTIDES CHOCHEHUANCA TINTAYA

SECRETARIO: 
Dr. OSCAR OCTAVIO FERNANDEZ CUTIRE

VOCAL: 
Dr. NIVARDO NUÑEZ TORREBLANCA

ASESOR: 
MSc. MAGNO SANTOS ROBLES TELLO

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, MSc. MAGNO SANTOS ROBLES TELLO en mi condición de asesor de la tesis titulada: **"EFECTO DE TRES BIOESTIMULANTES EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill.), CULTIVAR GALILEA, EN EL CENTRO EXPERIMENTAL AGRICOLA III LOS PICHONES-TACNA"** Presentado por el Bachiller Ernesto Valentin Mollinedo Tarqui para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajo de investigación y de producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través de software de similitud textual TURNITIN, cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 8%. Por lo que CERTIFICO LA SIMILARIDAD del trabajo de tesis que está de acuerdo al nivel PERMITIDO, para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio institucional.

Se emite el presente certificado con los fines de continuar con los trámites respectivos para su obtención del título profesional.



MSc. MAGNO SANTOS ROBLES TELLO
DNI: 04416082
Asesor de tesis



Bach. ERNESTO VALENTIN MOLLINEDO TARQUI
DNI: 43637331



DEDICATORIA

A Dios, por darme tu gracia y sabiduría y estar siempre a mí lado, permitirme lograr mis metas.

A mis padres Francisco Mollinedo Quispe y Dora Tarqui Pacoticona por brindarme cariño, confianza en cada paso que doy y por el esfuerzo de cada día para ver seguir el camino correcto de todos sus hijos.

A mis hermanos por darme confianza y cariño por su apoyo moral incondicional

AGRADECIMIENTO

A todos los Docentes de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UNJBG por los conocimientos transmitidos, sabias enseñanzas y por el apoyo y los consejos.

A mi asesor: MSc. Magno Santos Robles Tello por su apoyo y por compartir sus invaluable enseñanzas y conocimientos conmigo.

A mis jurados: MSc. Arístides Choquehuanca Tintaya, Dr. Oscar Octavio Fernández Cutire, MSc. Nivardo Nuñez Torreblanca, por su orientación, guía y enseñanza en la culminacion de este trabajo de tesis.

A mis amigos por su amistad y apoyo.

A mi tios Ismael Mollinedo, Orlando Montalico Por su comprensión y ayuda.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Formulación del problema	4
1.2.1. Problema general.....	4
1.2.2. Problema específico.....	5
1.3. Delimitación de la investigación.....	5

1.3.1. Temporal.....	5
1.3.2. Espacial	5
1.4. Justificación	5
1.5. Limitaciones.....	7
CAPITULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	8
2.1. Objetivos.....	8
2.1.1. Objetivo general.....	8
2.1.2. Objetivo específico.....	8
2.2. Hipótesis.....	8
2.2.1. Hipótesis general	8
2.2.2. Hipótesis específica.....	8
2.3. Variables.....	9
2.3.1. V. independientes	9
2.3.2. V. dependientes	9
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	10
3.1. El tomate.....	10
3.1.1. Origen y distribución	10
3.1.2. Clasificación taxonómica.....	11

3.1.3.	Descripción botánica	11
3.2.	Requerimientos ambientales	12
3.2.1.	Temperatura	12
3.2.2.	Luz y fotoperiodo	13
3.2.3.	La humedad	13
3.2.4.	Importancia socioeconómica del tomate	14
3.3.	Cultivo de tomate en el Perú	14
3.4.	Establecimiento y manejo de cultivo	14
3.4.2.	Transplante	14
3.4.3.	Riego	15
3.4.4.	Nutrición	16
3.4.5.	Poda y guiado	17
3.5.	Las siguientes clasificaciones para tomate de mesa	17
3.6.	Control fitosanitario	18
3.6.1.	Plagas	18
3.6.2.	Enfermedades	20
3.7.	Generalidades de los bioestimulantes foliares	22
3.8.	Bioestimulantes	22

3.8.1. Definiciones	22
3.8.2. Importancia de los bioestimulantes.....	23
3.9. Algas marinas	23
3.9.1. Origen	23
3.9.2. Características.....	23
3.9.3. Las algas marinas y el rendimiento	24
3.9.4. Beneficios de las algas marinas	25
3.9.5. Efectos.....	26
3.9.6. Mecanismos de acción	27
CAPÍTULO IV: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	29
4.1. Tipo de investigación	29
4.2. Población y muestra	29
4.3. Ubicación del campo experimental	29
4.3.1. Cultivos anteriores del campo experimental	30
4.4. Análisis edáfico de la parcela experimental.....	30
4.5. Aspectos climáticos	33
4.6. Material experimental	34
4.6.1. Cultivar galilea	34

4.6.2. Bioestimulantes	34
4.7. Tratamientos.....	40
4.8. Variables en estudio	41
4.8.1. Altura de planta (cm).....	41
4.8.2. Porcentaje de cuajado (%).....	41
4.8.3. Número de frutos por planta (unidad)	41
4.8.4. Peso unitario de fruto (g)	41
4.8.5. Peso de frutos por planta (kg).....	42
4.8.6. Diámetro polar de fruto (cm)	42
4.8.7. Diámetro ecuatorial de fruto (cm)	42
4.8.8. Rendimiento por hectárea (t/ha)	42
4.9. Diseño experimental	43
4.10. Características del campo experimental.....	43
4.10.1. Parcela experimental	43
4.10.2. Bloque experimental	43
4.10.3. Unidad experimental	43
4.11. Aleatorización de los tratamientos	44
4.12. Análisis estadístico	45

4.13. Manejo del experimento	45
4.13.1. Almacigo	45
4.13.2. Preparación del suelo	45
4.13.3. Trasplante	46
4.13.4. Replante	46
4.13.5. Riego	46
4.13.6. Fertilización.....	47
4.13.7. Aplicación de los tratamientos	47
4.13.8. Control fitosanitario	47
4.13.9. Control de malezas	48
4.13.10. Cosecha.....	48
4.13.11. Recolección de la información	48
CAPÍTULO V: TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS.....	67
5.1. Resultado y discusión.....	67
5.1.1. Altura de planta (cm).....	67
5.1.2. Porcentaje de cuajado de frutos.....	69
5.1.3. Número de frutos por planta	70
5.1.4. Peso unitario de fruto	72

5.1.5. Peso de frutos por planta	73
5.1.6. Diámetro polar de fruto	75
5.1.7. Diámetro ecuatorial de fruto	76
5.1.8. Rendimiento de frutos	78
CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
ANEXOS	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Análisis físico químico del campo experimental (2015)</i>	31
Tabla 2. <i>Interpretación de los análisis de caracterización</i>	32
Tabla 3. <i>Datos meteorológicos durante la campaña de cultivo del Tomate</i>	33
Tabla 4. <i>Propiedades químicas del producto</i>	36
Tabla 5. <i>Composición nutricional</i>	37
Tabla 6. <i>Composición química de Fito algas</i>	39
Tabla 7. <i>Dosificación y usos de Fito algas</i>	39
Tabla 8. <i>Análisis de varianza de altura de planta (m) de tomate, con tres bioestimulantes</i>	67
Tabla 9. <i>Prueba de significación de Duncan de altura de planta de tomate, con tres bioestimulantes ($\alpha=0,05$)</i>	68
Tabla 10. <i>Análisis de varianza de porcentaje de cuajado de frutos de tomate, con tres bioestimulantes</i>	69
Tabla 11. <i>Prueba de significación de Duncan de porcentaje de cuajado de frutos de tomate, con tres bioestimulantes ($\alpha=0,05$)</i>	69

Tabla 12. Análisis de varianza de número de frutos por planta de tomate, con tres bioestimulantes	70
Tabla 13. Prueba de significación de Duncan de número de frutos de tomate por planta, con tres bioestimulantes ($\alpha=0,05$).....	71
Tabla 14. Análisis de varianza de peso unitario de fruto de tomate (g), con tres bioestimulantes	72
Tabla 15. Prueba de significación de Duncan de peso unitario de fruto de tomate, con tres bioestimulantes ($\alpha=0,05$).....	72
Tabla 16. Análisis de varianza de peso de frutos de tomate por planta (kg), con tres bioestimulantes	73
Tabla 17. Prueba de significación de Duncan de peso de frutos de tomate por planta, con tres bioestimulantes ($\alpha=0,05$).....	74
Tabla 18. Análisis de varianza de diámetro polar de fruto de tomate (cm), con tres bioestimulantes	75
Tabla 19. Prueba de significación de Duncan de diámetro polar de fruto de tomate, con tres bioestimulantes	75
Tabla 20. Análisis de varianza de diámetro ecuatorial de fruto de tomate (cm), con tres bioestimulantes.	76

Tabla 21. Prueba de significación de Duncan de diámetro ecuatorial de fruto de tomate, con tres bioestimulantes	77
Tabla 22. Análisis de varianza de rendimiento de fruto de tomate (t/ha), con tres bioestimulantes	78
Tabla 23. Prueba de significación de Duncan de rendimiento de frutos de tomate (t/ha), con tres bioestimulantes	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Esquema del campo experimental con sus tratamientos</i>	44
Figura 2. <i>Semilla del cultivar galilea</i>	97
Figura 3. <i>Siembra en bandejas bajo vivero</i>	97
Figura 4. <i>Germinación de semillas</i>	98
Figura 5. <i>Almacigo con primera hoja verdadera</i>	98
Figura 6. <i>Preparación de terreno</i>	99
Figura 7. <i>Poda y desmalezado</i>	99
Figura 8. <i>Campo de tomate en pleno crecimiento</i>	100
Figura 9. <i>Evaluación de altura de planta</i>	100
Figura 10. <i>Tomate en madures comercial</i>	101

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Costo de producción de tomate (ha)	96
Anexo 2. Galería de fotografías	97

RESUMEN

El presente trabajo titulado “Efecto de tres Bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), cultivar Galilea, en el CEA III. Los Pichones - Tacna”, busca establecer el bioestimulante que permita lograr el mayor rendimiento de tomate. Se utilizaron tres bioestimulantes (Algas marinas BM 86, Seaweed extract 45 y Fito algas) más un tratamiento testigo; su diseño fue de bloques completos aleatorios; se utilizó el análisis de varianza y la prueba de Duncan con la finalidad de saber el tratamiento adecuado. Los datos analizados muestran que Algas marinas BM 86, obtuvo el mayor rendimiento con 71,07 t/ha; de fruto, seguido de Seaweed extract 45 con 68,03 t/ha. Los bioestimulantes Algas marinas BM 86, Seaweed extract 45 y Fito algas, influyeron positivamente en altura de planta, porcentaje de cuajado, y demás variables estudiadas en la presente investigación.

Palabras clave: Bioestimulantes, efecto, rendimiento, Tomate.

ABSTRACT

The present work entitled "Effect of three Biostimulants on the yield of the tomato crop (*Lycopersicum esculentum* Mill.), cultivar Galilea, in the CEA III. Los Pichones - Tacna", was developed with the purpose of determining the biostimulant that allows achieving the highest tomato yield. Three biostimulants were used (Algas marinas BM 86, Seaweed extract 45 and Fito algas) plus a control treatment; the randomized complete block design was used; For the statistical analysis, the analysis of variance was used and for the comparison of means, Duncan's test of significance was used. The data analyzed show that Algas marinas BM 86, obtained the highest yield with 71,07 t/ha; of fruit, followed by Seaweed extract 45 with 68,03 t/ha. The biostimulants Seaweed BM 86, Seaweed extract 45 and Fito algae, positively influenced plant height, fruit set percentage, and other variables studied in the present investigation.

Keywords: Biostimulants, Effect, Yield, Tomato

INTRODUCCIÓN

El Tomate es un cultivo muy demandado en todos los países y va en aumentando su consumo ya sea en fresco, o procesado industrialmente constituyéndose una gran actividad. Su origen data en América, (Perú, Bolivia y Ecuador). Difundiéndose posteriormente por todo el mundo. En el 2008, los principales productores son China, EEUU, Turquía y la India.

El cultivo de Tomate en el Perú se ha convertido en una actividad lucrativa por lo cual se ha incrementado la instalación de más hectáreas. Además de sus nutrientes que posee, sales minerales, vitamina A y C además de la extracción del licopeno para la formulación en cosmética, farmacéutica

El Tomate Tacneño desempeña una de las principales actividades económicas sobre todo para los sectores de Calana, Magollo, Yarada y Los Palos. Entre las variedades que se cuentan son la Lía, Galilea, Matusalen y Rio grande mejorado y otras variedades que aún están en difusión, teniendo en el 2012 un Aprox. De 210 hectáreas en producción, así también el rendimiento promedio fue de 35 toneladas para el 2012.

La introducción del uso de bioestimulantes de extractos de algas, se incrementó en formulaciones foliares, fertilizantes orgánicos que estimulan el desarrollo y rendimientos de cultivos (Norrie & Keathey, 2005). Ha

permitido la sustitución parcial de fertilizantes minerales siendo más disponibles en la solución del suelo

Productos con algas marinas poseen sustancias promotoras del crecimiento como son las fitohormonas, aminoácidos, y oligoelementos que contribuyen al desarrollo del cultivo de tomate, permitiendo elevar los rendimientos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

El tomate se encuentra muy difundida por el mundo, su demanda nunca decae porque es un alimento con buen contenido de nutrientes esenciales para la alimentación y salud de las personas, la producción y consumo se incrementó en los últimos años. En el Perú la superficie cultivada bordea casi las 5 mil hectáreas, los rendimientos logrados son bajos a comparación de países como Chile, los cuales implementan técnicas más avanzadas y bajo cubierta protegida, lo cual permite optimizar recursos, logrando rendimientos superiores a 100 toneladas por hectárea, la región de Tacna posee condiciones adecuadas para la producción de variedades híbridas de tomate, así como otras regiones del Perú; Lima, Ica, Lambayeque y Trujillo.

Tacna este cultivo es posible encontrarlo en Calana, Magollo, Yarada y los Palos, según las variedades comerciales y su adaptabilidad a los suelos, los tomates híbridos son los más difundidos, sin embargo, requieren un manejo más preciso y completo, debido a que es posible obtener altos rendimientos, no obstante requieren alta concentración de fertilizantes e insumos.

En la actualidad el rendimiento en la localidad de Tacna es bajo, debido al mal manejo agronómico, solo se registran producciones de 30 t/ha considerado bajo, es por ello que los agroquímicos resultan una opción para incrementar estos rendimientos, y la calidad de los calibres y su durabilidad en anaquel, los bioestimulantes surgen como una idónea alternativa que conlleve a lograr dichos rendimientos, debido a su fácil aplicación y conjuntamente con las aplicaciones fitosanitarias regulares. Los bioestimulantes enriquecidos con algas marinas evitan el estrés abiótico y biótico, permitiendo el normal desarrollo del fruto.

Sin el adecuado control y seguimiento han contribuido a bajas producciones, e insumos y mano de obra elevada, en ocasiones existe una sobre producción, desanimando a los mismos productores de implementar nuevas técnicas en el manejo, por ello se busca realizar estudios usando Algas marinas en la producción de fruto de tomate.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Qué efecto otorgara los bioestimulante en el rendimiento del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill?) cultivar Galilea?

1.2.2. Problema específico

¿Cuál bioestimulante a base de algas marinas incrementara el rendimiento del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill?) cultivar Galilea.

1.3. Delimitación de la investigación

1.3.1. Temporal

La investigación titulada “Efecto de tres bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), cultivar Galilea”, se llevó a cabo de junio a octubre del año 2015.

1.3.2. Espacial

El fundo “los Pichones” sector A parcela N° 15 perteneciente a la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

1.4. Justificación

El tomate tiene un masivo consumo por los hogares de todo el mundo, con una producción cercana a 130 millones de toneladas por año, su importancia radica en el valor nutricional del tomate minerales, licopeno, entre otros. El Perú cuenta con zonas productoras y exportadoras de hortalizas en fresco y procesadas, a pesar el Perú no es competitivo con producciones de países extranjeros debido a diversos factores económicos y políticas agrarias. Los agricultores peruanos solventan sus propios

cultivos o financiados con entidades particulares, con bajo apoyo del estado, dificultando así el incremento de los rendimientos nacionales.

La implementación en el manejo agronómico con bioestimulantes a base de las algas marinas han permitido mejorar y sobrellevar los estrese generados naturalmente. Según análisis contienen, carbohidratos, proteínas, vitaminas, etc.; la vinculación entre las algas marinas y la agricultura supone una opción rentable.

Estudios utilizando algas marinas el Ing. Mario Acevedo descubrió que brinda nueva fuente de información, sus estudios indicaron efectos positivos al aplicar al suelo activan y aceleran la hidrólisis enzimática. En la actualidad las algas marinas mejoran y vigorizan el desarrollo de las plantas, así como la biosfera, incitando a un sistema radicular más ramificado, lo que eleva la absorción de nutrientes por ende mejor producción y de calidad, favoreciendo además una agricultura sustentable.

Las algas de la especie (*Ascophyllum nodosum*) son las más estudiadas y difundidas en los productos comerciales, debido a sus efectos positivos, brinda tolerancia al estrés climático, equilibra internamente la traslocación de nutrientes y fitohormonas, incrementando los rendimientos y la productividad a medida que el agricultor efectúe correcciones tecnológicas acordes.

1.5. Limitaciones

Durante la ejecución del ensayo, la limitante fue el acceso al fondo los pichones, debido a las restricciones de horario de oficina, afectándose los riegos.

CAPITULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de tres bioestimulantes en la producción de fruto de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) cultivar Galilea.

2.1.2. Objetivo específico

Establecer cuál de los tres bioestimulantes permita lograr el mayor rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), Cultivar Galilea.

2.2. Hipótesis

2.2.1. Hipótesis general

Los bioestimulantes tendrán un efecto promisorio e incrementarán el rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), cultivar Galilea.

2.2.2. Hipótesis específica

Cuando menos un bioestimulantes aumentara el rendimiento de fruto de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), Cultivar Galilea.

2.3. Variables

2.3.1. V. independientes

Bioestimulantes

2.3.2. V. dependientes

Rendimiento kg/ha

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1. El tomate

3.1.1. Origen y distribución

Según la procedencia del género *Lycopersicum* se sitúa de Colombia hasta Chile (región andina). En la actualidad existen especies silvestres subsistiendo en dichas zonas. La semilla se distribuyó por todo el mundo por los viajeros (FAO, 2003; Peralta et al., 2005).

El tomate fue domesticado en México, debido a la similitud entre cultivares europeos y de México, además el tomate ya se encontraba en cultura azteca, también la lengua náhuatl ya se le conocía como "tomate" (Esquinas-Alcázar & Nuez, 2001; FAO, 2003).

3.1.2. Clasificación taxonómica

La clasificación ordenada y jerárquica del tomate según (Hunziker, 1979).

Reino	: Vegetal
Sub. División	: Angiosperma
Clase	: Dicotiledónea
Orden	: Tubiflorales
Familia	: Solanáceas
Género	: Lycopersicum
Especie	: Esculentum Mill.
N. Científico	: <i>Lycopersicum esculentum</i>

3.1.3. Descripción botánica

La semilla es de color paja o crema de forma ovalada plana, de 3-5 mm, cubierta de vellosidades (Rodríguez et al., 2001). 1 000 semillas pesan 2,4 g (Desai, 1997).

La raíz principal es pivotante y alcanza los 60 cm de profundidad, es posible extenderse superficialmente hasta un metro según la textura del suelo (crece 3 cm/día) las ramificaciones adventicias se extienden hasta formar una densa masa, todo está en función del sistema de siembra o trasplante (Alvarado, 2003).

El tallo es verde, erguido y cilíndrico, sin embargo, por el peso propio el tallo se tumba, posee tricomas como medida de protección que segrega sustancias. El tallo se ramifica en varias guías según la variedad, se clasifican de crecimiento determinado e indeterminado (Rodríguez, 1984).

El limbo es compuesto de siete a once folíolos. En plantas de tomates rústicas las hojas son pequeñas (Huerres & Caraballo, 1988).

De flor perfecta, regular de color amarillo, de ovario plurilocular. Las inflorescencias son de tipo racimoso, inflorescencia compuesta, unido por un pedicelo de abscisión, se desarrollan a temperatura entre 20 y 30 °C diurna y de 17 °C nocturna. El fruto del tomate es una baya carnosa, de color cambiante a medidad que madura contiene licopeno y caroteno; la pulpa es jugosa y con gran cantidad de semillas (Rodríguez et al., 2001). Su forma es redondeada, achatada o de roma, de superficie lisa o asurcada; un fruto puede contener máximo 300 semillas (Desai, 1997).

3.2. Requerimientos ambientales

3.2.1. Temperatura

La temperatura influye directamente en el desarrollo fenológico y procesos de transpiración, fotosíntesis. De clima cálido a templado, prosperan y su ciclo es rápido a diferencia de invierno es aletargado, las

temperaturas óptimas son 25 °C, y durante la floración de 20 °C permite un mejor cuajado (Rodríguez *et al.*, 2001).

La temperatura, la luminosidad y la humedad relativa influyen sobre procesos fisiológicos como cuajado y amarre de fruto (Maroto, 2002).

3.2.2. Luz y fotoperiodo

La luz en el cultivo de tomate necesario oscila los 5 000 luz para el desarrollo y maduración precoz del fruto. La luminosidad tiene relación directa con el fotoperiodo, afectando el crecimiento, floración y maduración; las horas de radiación solar percibida influye en las funciones de la planta (Wien, 1997).

3.2.3. La humedad

El tomate es exigente en agua, ya que de ello depende la producción potencial, es un cultivo que demanda bastante agua, debiendo de evitarse los encharcamientos y elevadas tasas de humedad relativa, ya que propiciaría el desarrollo de las enfermedades fungosas (Rodríguez *et al.*, 2001).

Las etapas críticas, son al trasplante, floración e inicio de fructificación, no debe faltar agua; en la maduración su consumo de agua disminuye (Huerres & Caraballo, 1988).

3.2.4. Importancia socioeconómica del tomate

El cultivo del tomate es esencial debido a su uso en la gastronomía y consumo fresco, de fácil proceso de pastas, saborizante en recetas culinarias, valor nutritivo con vitaminas A y C, y su valor comercial (Von Haeff, 1983).

3.3. Cultivo de tomate en el Perú

En el Perú las localidades productoras son Lima, Ica, Arequipa y Lambayeque. La superficie cultivada es aprox. de cinco mil hectáreas con un promedio de 30 t/ha (Ministerio de Agricultura, 2010).

3.4. Establecimiento y manejo de cultivo

3.4.1. Siembra directa

La semilla se deposita en campo mismo, para lo cual el suelo ha de tener las condiciones de humedad adecuada y libre de plagas, donde la planta se desarrolla mejor debido al sistema radical no se daña durante el transplante ni sufre dicho estrés (Guía técnica de tomate, El Salvador, s. f.).

3.4.2. Transplante

El trasplante se debe porque se hizo germinar la semilla en bandejas germinadoras especiales, el transplante supone tiempo ahorrado, y fácil manejo en vivero, sin embargo, presentan estrés inicial, los cuales son

rápidamente superados (Sañudo, 2013). Es mejor trasplantar por la tarde o días nublados, El suelo debe estar húmedo días previos y luego del trasplante, para asegurar vivan INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1999).

Comparando la siembra directa y el trasplante, la siembra directa reduce el ciclo del cultivo sin embargo la producción es mayor, el método de semilleros y trasplante se ocupa el terreno menos tiempo, y se requiere menos personal (Nuez, 1995).

3.4.3. Riego

El tomate requiere abundante agua, también resiste bien sequias, pero se afecta la producción, la suficiente disponibilidad de agua repercute en un aumento del 25% del rendimiento (Sañudo, 2013).

Las necesidades hídricas del cultivo del tomate varían en función de la variedad, el estado vegetativo, el tipo de suelo y la topografía. Estudios de la FAO señalan que los momentos de mayor demanda de agua se producen después del trasplante, durante la floración, el crecimiento del fruto y la maduración, Giardini, et al., 1988). demostraron que la absorción de agua depende de la profundidad del suelo y de la disponibilidad hídrica en diferentes capas, lo que condiciona el rendimiento. Más recientemente, Reynafarje et al., 2018) muestran en clima semiárido peruano que el déficit

hídrico durante la floración-fructificación reduce significativamente el rendimiento. Por tanto, la programación del riego debe priorizar estas etapas críticas para asegurar una buena cuaja de fruto y evitar pérdidas.

3.4.4. Nutrición

La nutrición del tomate es determinante para lograr altos niveles de productividad y calidad del fruto. Estudios han demostrado que cultivos con rendimientos elevados (~100 t/ha) requieren aplicaciones sustanciales de nutrientes minerales, incluyendo hasta 220-250 kg de nitrógeno, 40-80 kg de fósforo (como P_2O_5) y alrededor de 300 kg de potasio (como K_2O) por hectárea, para satisfacer la demanda de la planta durante el llenado de fruto. En suelos de baja fertilidad, se recomienda ajustar la aplicación a las condiciones de partida del suelo; por ejemplo, dosis reducidas de N, P y K pueden incrementar la respuesta productiva cuando se enriquecen los niveles disponibles (FAO, 1997; Haifa Group, 1999; Tamil Nadu Agricultural University TNAU, 2020).

Preferentemente El fósforo y el potasio se aplican en la preparación de suelo, el nitrógeno, se aplica post transplante, al iniciar la floración y al crecimiento de fruto (Salunkhe & Kadam, 1998).

3.4.5. Poda y guiado

Consiste en cortar brotes no deseados y definir que guías serán las productoras y definitivas, para lo cual han de fijarse del tallo principal, el tipo de planta, y descartar las plantas dañadas y con virosis, se hace uso de tijeras de poda, los cuales han de desinfectarse constantemente. La poda es ideal para balancear el crecimiento vegetativo y reproductivo, redistribuyéndose los nutrientes hacia los frutos. La poda es se realiza en tomates de crecimiento indeterminado, así también en determinados eliminando los brotes laterales reduciendo la masa del follaje. Se poda cuando las ramas a eliminar tienen de 5 a 10 cm CIAA (Centro de Investigaciones Agropecuarias y Agroindustriales, 1997). Luego han de guiarse usando tutores o rafias, para un fácil control de plagas y enfermedades.

3.5. Las siguientes clasificaciones para tomate de mesa

Clase I: Mayores de 180 g y 7 cm de diámetro, con buena apariencia.

Clase II: de 120 a 180 g, entre 5,5 - 7 cm de diámetro, sanos. **Clase**

III: Menores a 120 g y menores de 5,5 cm de diámetro, (Catie, 1998).

3.6. Control fitosanitario

3.6.1. Plagas

a. Polilla del tomate

La plaga Tuta absoluta ataca principalmente los cultivos de tomate, ya que sus larvas forman minas en hojas, pueden barrenar tallos e incluso frutos tiernos, provocando aborto de flores y deformación de frutos; estos minados quedan inadecuados para comercio, por lo que su manejo preventivo y la cobertura adecuada del cultivo mediante aspersión de insecticidas resulta esencial (Fernández-Collado & Ruiz-Castro, 2020).

b. Gusano ejército

La plaga *Spodoptera eridania* es una polilla nocturna cuyas larvas provocan daños severos en el cultivo de tomate. Aunque las primeras instar suelen alimentarse del follaje, las larvas mayores tienen la capacidad de minar frutos, barrenar tallos y atacar ramas apicales en condiciones de estrés alimentario, lo que compromete el desarrollo vegetativo y el valor comercial de la producción. El manejo efectivo requiere una vigilancia temprana, control integrado y una cobertura adecuada de aspersión de insecticidas en los momentos críticos del cultivo (European Food Safety Authority EFSA, 2020; University of Florida Institute of Food & Agricultural Sciences UF/IFAS, 1999).

c. Mosca minadora

La plaga *Liriomyza huidobrensis* afecta principalmente el follaje del tomate al formar minas en el interior de las hojas, lo que disminuye la superficie fotosintética, favorece el marchitamiento y la defoliación. En infestaciones altas, la pérdida de hojas puede comprometer la formación y calibre de los frutos, reduciendo su valor comercial EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization, 2024)

d. Mosca blanca

La plaga *Bemisia tabaci* causa daños significativos en el cultivo de tomate, ya que tanto los adultos como las ninfas se alimentan de la savia elaborada de la planta, provocando la secreción de sustancias azucaradas que favorecen el desarrollo de fumagina (*Cladosporium* sp.), un hongo que oscurece las hojas y frutos, reduciendo la fotosíntesis y afectando su presentación comercial. Además, esta especie actúa como vector de diversos virus fitopatógenos, lo que debilita la planta y deteriora la calidad de los frutos, disminuyendo así su valor en el mercado (Belayneh et al., 2023).

3.6.2. Enfermedades

a. Tizón tardío, (*Phytophthora infestans* Mont.)

La enfermedad se manifiesta en temperaturas de 22 °C y humedad relativa elevadas 80 %. Se transmite a través de semillas y residuos de cosechas, sobrevivir como y espora en residuos y plantas hospederas. Cuando la infestación es fuerte las esporas se disemina por acción del viento, y contagia las demás plantas, aunado a una alta humedad relativa, afecta el follaje del cultivo, disminuyendo la producción, así como también posibilita el ataque de otros patógenos.

Se aprecian manchas de color cafécinas de aspecto húmedo en las hojas, luego se aprecia una cenicilla blanquecina en la lesión, que luego se necrosa, este hongo puede causar la necrosis total de la planta cuando no es controlada a tiempo (Jaramillo et al., 2007).

b. Alternaría (*Alternaria solani*)

El hongo de la alternaría causa manchas en la hoja, tallo y frutos, el cual prospera en climas húmedos. El hongo se disemina mediante el viento e insectos, igualmente sobrevive en plantas hospederas y restos de cosechas infectados. Se propaga al infectar cualquier órgano de la planta (semillas), puede afectar semilleros, y producir la muerte del hospedero.

Las lesiones son redondas, castañas, de bordes amorfos, formándose anillos concéntricos y halo clorótico (Jaramillo et al., 2007).

c. Moho gris (*Botrytis cinérea*)

El hongo se transporta por el viento, la densidad de planta, y humedad superior al 80% y con temperaturas 15 a 22 °C favorecen la germinación del moho gris. El hongo afecta flores, tallos y frutos y plantas de almacigo, ocasiona lesiones marrones luego se tornan negras, en el envés aparece abundante moho, son su esporulación que produce la infección a otras plantas cercanas, también existen vectores como el trips, que infecta otras plantas vecinas (Jaramillo et al., 2007).

d. Oídium (*Oidium lycopersicum*)

El oídium se dispersa por el aire, su ataque se observa en tallos, pecíolos y hojas maduras. Los síntomas son visibles en el haz de las hojas, por las manchas circulares de aspecto blanquecino, las que atacan diferentes puntos de la planta. Los tallos y sépalos padecen lesiones, las que paulatinamente se necrosadas. El manejo químico han de realizarse preventivamente con productos a base de azufre, y otros de sistémica (Jaramillo et al., 2007).

3.7. Generalidades de los bioestimulantes foliares

La utilización de bioestimulantes en las actividades agrícolas se va haciendo frecuente por los efectos sobre el rendimiento de los cultivos, ya que permite suplir los requerimientos nutricionales en las épocas críticas, en etapas fenológicas específicas, y coadyuva el estrés al suministrar carbohidratos en etapas productivas y de fácil asimilación vía foliar (Gómez, A., & Castro, M. 2010)

Los bioestimulantes foliares son destinadas para activar y prolongar determinados procesos fisiológicos como crecimiento de raíz, ápices vegetativos, inducción floral, además activar e inducir la absorción de nutrientes, aminoácidos, carbohidratos e insumos fitosanitarios (Avendaño, 2011).

3.8. Bioestimulantes

3.8.1. Definiciones

Los bioestimulantes son compuestos de origen natural o microbiano que actúan estimulando los procesos fisiológicos de las plantas, mejorando su crecimiento, desarrollo y tolerancia frente a condiciones de estrés abiótico, lo que se traduce en una mayor productividad de los cultivos (Du Jardin, 2015; Calvo et al., 2014; Futureco Bioscience, 2002).

3.8.2. Importancia de los bioestimulantes

Los bioestimulantes desempeñan un papel esencial en la fisiología vegetal, ya que favorecen procesos como la absorción y el uso eficiente de los nutrientes, además de estimular el desarrollo del sistema radicular (Drobek, et al., 2019). Asimismo, su naturaleza orgánica permite una asimilación y movilización más rápida dentro de la planta, lo que contribuye a mejorar su desempeño frente a condiciones ambientales adversas (García et al., 2022).

3.9. Algas marinas

3.9.1. Origen

Las presencias de algas marinas datan desde hace millones de años, precede a la vegetación terrestre. Las algas convivieron con los microorganismos desde entonces, en la actualidad las algas se aplican al suelo, al referirnos a algas son un grupo muy variado de organismos vegetales más de 50 000 especies, son capaces de realizar clorofila (Canales, 2002).

3.9.2. Características

No cuentan con haces vasculares capaces de realizar la fotosíntesis para la síntesis de moléculas propias para su desarrollo y funciones

orgánicas. Son organismos pluricelulares presentes en los litorales marinos, y caracterizándose por no poseer sistemas vasculares (verdaderas raíces, tallos, hojas). Las algas se adhieren mediante hapterio.

Absorbe nutrientes directamente del medio, debiendo para su desarrollo contar con luminosidad, o cual permite desarrollar fotosíntesis. Las algas para la agricultura se formulan en harina, líquido, y polvo coloidal. Las algas mejoran la estructura del suelo, estimula el sistema radicular y vigoriza las plantas, mejorando la calidad de órganos cosechables (Canales, 2002).

3.9.3. Las algas marinas y el rendimiento

La aplicación de extractos de algas marinas en el cultivo de banano ha demostrado un impacto positivo en el desarrollo vegetativo y en los parámetros de rendimiento del cultivo (Jara, 2021). Diversos estudios señalan que las aplicaciones tanto al suelo como por vía foliar incrementan el calibre y el peso de los frutos, además de fortalecer el grosor del pseudotallo y estimular el crecimiento apical de la planta (Gomaa et al., 2021). Estos efectos se atribuyen principalmente a la presencia de compuestos bioactivos como fitohormonas, aminoácidos y polisacáridos que favorecen la asimilación de nutrientes y aumentan la resistencia de las plantas frente a condiciones de estrés (Ali et al., 2021).

3.9.4. Beneficios de las algas marinas

3.9.4.1. Asimilación de nutrientes

La aplicación de extractos de algas marinas puede mejorar tanto la absorción foliar de nutrientes como su translocación hacia diferentes tejidos vegetales, favoreciendo la síntesis de proteínas y enzimas que promueven un crecimiento equilibrado de la planta. Además, estos productos estimulan el desarrollo radicular, fortalecen el parénquima foliar y ayudan a mantener un balance hídrico adecuado al reducir la pérdida excesiva por transpiración (Jin et al., 2022).

3.9.4.2. Mayor calidad

La aplicación de extractos de algas marinas favorece la acumulación de azúcares solubles y proteínas en las plantas al activar rutas metabólicas de asimilación y movilización de nutrientes. Además, estos extractos pueden retardar el envejecimiento de los tejidos (senescencia) al mantener integridad celular y actividad fotosintética, y estimulan notablemente la formación de raíces laterales densas, lo que mejora la absorción de agua y nutrientes (Brown seaweed extract en *Beta vulgaris*; seaweed extract en *Zea mays*) (García-Rodríguez et al., 2023; Xue et al., 2022).

3.9.4.3. Mayor resistencia

Diversos estudios han demostrado que los extractos de algas marinas activan mecanismos de defensa en las plantas, como la producción de fitoalexinas y la inducción de enzimas oxidativas, entre ellas la peroxidasa, lo que fortalece la resistencia frente a patógenos fúngicos y plagas (Jayaraj et al., 2008; Katsoulas et al., 2020).

3.9.4.4. Fuente de enzimas

Diferentes ensayos con biostimulantes basados en extractos de algas y otros compuestos bioactivos en cultivos como papa y tomate han mostrado mejoras significativas en rendimiento en algunos casos superiores al 15-20 %. Estos tratamientos apoyan requerimientos nutricionales, optimizan funciones fisiológicas en diversos suelos y condiciones de humedad, y actúan estimulando la absorción, síntesis proteica y metabolismo de carbohidratos de las plantas (Dziugiel & Wadas, 2020; Hussain et al., 2021).

3.9.5. Efectos

Los extractos de algas marinas actúan como fuente de enzimas y otros compuestos bioactivos que favorecen múltiples funciones clave en los cultivos: facilitan la absorción de nutrientes, mejoran la calidad de suelo al incrementar la materia orgánica, optimizan la estructura y aeración del

suelo, regulan el pH y estimulan potencialmente la fijación de nitrógeno al favorecer microbiología beneficiosa. Adicionalmente, estos extractos promueven la síntesis de fitohormonas naturales, elevan la concentración de proteínas, azúcares solubles (grado Brix) y aceites, y retrasan la senescencia de tejidos, generando condiciones más aptas para el desarrollo saludable de la planta (Yang et al., 2023).

3.9.6. Mecanismos de acción

Las algas pueden evaluarse tanto en el suelo como directamente en la planta, ya que sus efectos abarcan mejoras en propiedades del suelo (como capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica, estructura física) y en el metabolismo vegetal (absorción de nutrientes, síntesis de fitoquímicos y rendimiento) (Using Brown Algae in the Plant–Soil System, 2025; A critical review of soil algae..., 2023; The Effect of *Chlorella vulgaris* on the Fertility of Sandy Soils, 2024).

a) Suelo

El uso de extractos de algas marinas en el suelo mejora su estructura, favorece la aireación y retención de agua, y promueve el desarrollo de raíces más profundas. Además, estimula la actividad de microorganismos que liberan nutrientes retenidos, haciendo más eficiente la nutrición de las plantas (Craigie, 2011; Sharma et al., 2019).

b) Planta

Los extractos de algas marinas contienen numerosos compuestos bioactivos (microelementos, fitohormonas, carbohidratos) que pueden absorberse y movilizarse en la planta, reforzando su nutrición y defensa inmunológica (Khan et al., 2009).

c) Acciones complementarias.

Las algas marinas contienen minerales y compuestos orgánicos que actúan como cofactores enzimáticos, ayudando al buen funcionamiento de los procesos fisiológicos de las plantas. Además, poseen fitohormonas naturales como auxinas y citoquininas que estimulan el crecimiento vegetal y la formación de enzimas específicas en los tejidos donde se requieren (Panda et al., 2023; Identification and Quantification of Plant Growth Regulators, 2020).

Los extractos de *Ascophyllum nodosum* han sido ampliamente estudiados como bioestimulantes vegetales por su capacidad para mejorar procesos metabólicos y nutricionales en plantas, además de ser productos biodegradables y compatibles con el medio ambiente (Shukla et al., 2019; Espinosa-Antón et al., 2020).

CAPÍTULO IV

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Tipo de investigación

La investigación fue experimental.

4.2. Población y muestra

El experimento tuvo como población a la hortaliza de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) cultivar Galilea, considerándose 10 plantas como muestra por unidad experimental.

4.3. Ubicación del campo experimental

El fundo Los Pichones, parcela N° 15 sector A; ubicada en la Avenida Jorge Basadre Grohmann, provincia Tacna, Departamento de Tacna. Fue el lugar donde se efectuó todo el estudio experimental

Ubicada según la geo localización: latitud: 18°1'51", longitud: 70°15'22"O, y a una altitud: 531 msnm.

4.3.1. Cultivos anteriores del campo experimental

- Quinoa (2013)
- Habas (2014)

4.4. Análisis edáfico de la parcela experimental

Según los resultados observados en la tabla 1. La textura es adecuada (franco arenoso), además indican que el pH fue de 4,6 (es fuertemente ácido). Según Nuez, (2001), recomienda pH comprendidos entre 6,5 y 6,9. La conductividad eléctrica mostro un valor de 3,24 mS/cm, lo que afectaría el desarrollo y asimilación de los nutrientes aplicados por el suelo.

El contenido de nitrógeno resulto bajo, el nivel de fosforo y potasio son muy alto, no se requiere de incorporación de fertilizantes

La CIC fue baja (11,2), ella permite la disponibilidad de nutrientes y absorción sin restricciones por la planta, la cual se ve afectada por la capacidad de campo.

El sodio intercambiable fue de 5,25 % no resulta perjudicial para el tomate, pues se mantendría una adecuada aireación del suelo. El PSI es la cantidad de sodio retenido en las partículas coloidales, el mismo que afectaría al CIC.

Tabla 1*Análisis físico químico del campo experimental (2015)*

Análisis físico	Resultados
Arena %	54
Arcilla %	14
Limo %	32
Clase Textural	Franco Arenoso
Análisis químico	Resultados
CO ₃ Ca %	0,0
pH	4,60
C.E. mS/cm	1,59
Mat.Org. %	0,75
Elementos disponibles	
N. % N	0,040
Fósforo ppm P	69,3
Potasio ppm K	750
Capacidad de intercambio de cationes cambiables	Resultados
Ca ⁺⁺ meq/100gs	6,51
Mg ⁺⁺ meq/100gs	1,29
K ⁺ meq/100gs	1,48
Na ⁺ meq/100gs	0,42
Acidez Cambiable H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	1,5
CIC Capacidad de intercambio Catiónico meq/100gs	11,2
PSI Porcentaje de Sodio Intercambiable %	3,75
Saturación de Bases %	86,61

Fuente: (Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios, Arequipa, 2015).

Según Zapata (1992) el pH para que prospere el cultivo de tomate es 6,5 a 7, también puede desarrollarse en suelos ligeros de pH 7 a 8. La materia orgánica debe ser superior del 2 % y es sensible a la salinidad.

La fertilización para el presente experimento tuvo la siguiente formula de fertilización 150 – 50 – 20 de NPK por hectárea, la cual es

aplicada el Nitrógeno dividido en tres partes iguales y el resto al momento del preparado del suelo, se tuvo presente las concentraciones de fosforo y potasio considerados altos, sin embargo, fue necesario aplicar debido al pH ácido el cual afectaría la disponibilidad de nutrientes.

Tabla 2
Interpretación de los análisis de caracterización.

CO ₃ ca	Deficiente
PH	Fuertemente Acido
C.E.	Moderadamente Salino
Materia Orgánica	Deficiente
Nitrógeno	Deficiente
Fósforo	Excesivo
Potasio	Muy Alto
Capacidad de intercambio bases cambiables	
Ca ⁺⁺	Medio
Mg ⁺⁺	Medio
K ⁺	Muy Alto
Na ⁺	Medio
CIC	Bajo
PSI	No Sódico

Fuente: (Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios, Arequipa, 2015).

4.5. Aspectos climáticos

La información meteorología fue recabada del Senamhi, la misma que cuenta con una estación Jorge Basadre Grohmann. El período de ejecución fue de junio a octubre del 2015, siguientes datos en la tabla 3.

Tabla 3

Datos meteorológicos durante la campaña de cultivo del Tomate

Meses	T° Máxima °C	T° Mínima °C	H°R %	Horas Luz
Julio	20,05	12,2	87,42	0,237
Agosto	20,5	12,48	86,23	0,274
Septiembre	22,70	12,78	84,56	0,286
Octubre	23,64	13,8	83,21	0,292
Noviembre	24,95	14,74	74,36	0,294

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) Estación MAP Jorge Basadre Grohmann, Tacna. 2015.

Los datos reflejan que la temperatura mínima fue más baja fue en julio con 12,2 °C y la máxima fue de 24,95 °C en noviembre, bajo estas condiciones el cultivo toleras y se logra cosechas.

La temperatura fue adecuada para la germinación, crecimiento y floración del tomate, la maduración de los frutos fue lenta debido a que no se registró temperaturas superiores a 25 °C, las cuales promueven una traslocación acelera de azúcares hacia los frutos.

4.6. Material experimental

Se utilizaron semilla de tomate cultivar Galilea, se le aplicó tres bioestimulantes a base de algas marinas.

4.6.1. Cultivar galilea

Esta variedad es híbrida y tiene la facultad de producir en cualquier época del año, además de su color rojo intenso y brillante, puede soportar el transporte y vida postcosecha.

Galilea es una planta vigorosa de frutos carnosos con buena firmeza y es posible lograr rendimientos superiores al promedio nacional, produce más frutos de calibre primera y segunda, y posee cierta tolerancia a *Verticillium*, *Fusarium*, Nematodos y *Pseudomonas*.

4.6.2. Bioestimulantes

4.6.2.1. Seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*)

Es un abono foliar de extractos de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) procedentes de noruega, altamente reconocido por sus bondades vigorizantes y anti estresantes.

Es un producto orgánico, sin toxicidad para las plantas, contiene macro y micro nutrientes en forma soluble y quelatizada para su rápida asimilación por parte de raíz y hojas. Así como otras sustancias benéficas:

carbohidratos, proteínas, vitaminas, y reguladores de crecimiento. Es proceso de extracción es natural para preservar sus propiedades y componentes nutricionales libre de insumos sintéticos.

Seaweed extract al ser orgánico puede usarse en la agricultura orgánica y fundos con Certificación Orgánica

Algunos Ventajas del producto son:

- Aumenta la capacidad de germinación y resistencia a enfermedades.
- Repone energía luego de una cosecha
- Confiere vigor a las plantas en floración y fructificación
- Mayor desarrollo radicular
- Reduce el daño por heladas
- Contiene enzimas específicas para cada proceso determinado

Recomendaciones de aplicación foliar

Mezclar 1,0 litro en 200 L de agua y aplicar cubriendo totalmente el follaje, repetir estas aplicaciones a intervalos de 14 días.

Aplicaciones al suelo en drench

Aplicar humedeciendo bien a lo largo del área de siembra o alrededor de la planta usar de 1,5 – 2,0 L por cilindro de 200 L, repetir la aplicación cada 30 días ideal para usarlo en el trasplante.

Tabla 4

Propiedades químicas del producto

Componentes	Contenido (p/v)
Extracto de algas	60,00%
Nitrógeno total (N)	0,10%
Ácido fosfórico soluble (P ₂ O ₅)	0,10%
Potasio Soluble (K ₂ O)	1,50%
Calcio (Ca)	2,60%
Magnesio (Mg)	0,88%
Azufre (S)	2,00%
Cloro (Cl)	0,41%
Sodio (Na)	0,40%

Fuente: (Conagra, 2012)

4.6.2.2. Algas marinas BM 86

Con aminoácidos y hormonas especiales naturales para el cuajado.

Crema de algas G.A 14 – 21 %

Bioestimulante ecológico (Italia), ligeramente tóxico, crema de algas marinas BM 86. Contiene oligosacáridos, hormona vegetal, que ordena que la planta brote, produzca flores, frutos que haga raíces. Posee poliamidas muy importantes en la floración, fecundación, cuajado, previene el estrés y el envejecimiento, evita el corrimiento.

Eleva la productividad del cultivo, lográndose mejores cosechas, Incrementa la cantidad de clorofila. Refuerza el contenido de fitoalexinas mermando la acción de enfermedades e insectos, así como retrasa la senectud de los cultivos.

Las aplicaciones son foliares y drench, para tratar semillas, inmersión de raíces, e induce la Inducción florar y Fructificación.

Tabla 5
Composición nutricional

Componentes	Contenido
Algas marinas	14 a 21 %
Nitrogeno(N)	10,0 %
Fosforo (P)	06,0 %
Potasio (K)	04,0 %
Calcio (Ca)	00,0 %
Magnesio (Mg)	05,0 %
Azufre (S)	02,05 %

Fuente:(Consortio SGS, 2010)

Contiene oligoelementos esenciales como el Boro (B) 2 %; Cobre (Cu) 0,02 %; Cobalto (Co) 02 %; Hierro (Fe) 0,5%; Molibdeno (Mo) 0,2%; quelatizados.

Momento y dosis de aplicación (Vía foliar)

1º aplicación: Impregnación de semillas

2º aplicación: Pre floración y floración

3º aplicación: Cuajado y desarrollo de frutos

La dosis es de 50 ml /20 l; 0,5 l/200 l.

4.6.2.3. Fito algas

Bioestimulante natural constituido por algas marinas enriquecido con micro elementos quelatados y aminoácidos. Los ingredientes de Fito algas, optimizan los procesos fisiológicos de la planta, similar a las hormonas. Fito algas es un producto natural.

Fito algas influye en las funciones fisiológicas al nivel de las células, estimula e incrementa el potencial productivo de los cultivos. Es un producto biodegradable ecológicamente compatible con el medio ambiente.

Tabla 6*Composición química de Fito algas*

Componentes	Contenido
Extracto de algas marinas	80,00%
Nitrógeno (N)	6,00%
Fosforo disponible	3,00%
Potasio soluble (K ₂ O)	5,00%
Boro (B)	0,00%
Calcio(Ca)	0,05%
Magnesio (MG)	0,05%
Manganeso (Mn)	0,05%
Zinc (Zn)	0,05%
Aminoácidos libres	1,00%

Fuente: (Drokasa, 2010).

Asimismo, contiene: protohormonas, aminoácidos y sustancias como el ácido alginico, manitol, ácido fólico, biotina, riboflavina, caroteno.

Tabla 7*Dosificación y usos de Fito algas*

Cultivo	Dosis (l/ha)	N° de aplicaciones	Época
Tomate, pimiento, paprika	0,5 - 1,0	3	1° aplicación al inicio de la floración 2° repetir cada 15 días

Fuente: (Drokasa, 2010).

Es compatible al tratarse de un producto orgánico, Es preferible aumentar el número de aplicaciones antes de aumentar la concentración del producto en la solución.

Entre sus beneficios, inhibe la dormancia de semillas y uniformiza la germinación. Interviene en la síntesis de clorofila y optimiza la fotosíntesis. Contribuye en la transformación del almidón y carbohidratos en polisacáridos.

4.7. Tratamientos

Para la realización del experimento en el cultivo de tomate, los tratamientos en estudio fueron:

T₁: testigo (sin bioestimulante)

T₂: Fito algas (1,0 l/ha)

T₃: Algas Marinas BM 86 (0,5 l/ha)

T₄: Seaweed extract 45 (1,0 l/ha)

4.8. Variables en estudio

4.8.1. Altura de planta (cm)

Se realizó con una wincha, se midió desde base hasta el ápice del tallo, se eligieron aleatoriamente muestras por unidad experimental al momento, primer cuajado de frutos.

4.8.2. Porcentaje de cuajado (%)

Se efectuó luego de la floración, para lo cual se hizo el conteo en las plantas establecidas por unidad experimental. Luego se procedió a su conversión a porcentajes.

4.8.3. Número de frutos por planta (unidad)

Se procedió a cuantificar todos los frutos de las plantas muestras, ubicadas por unidad experimental, seleccionados al azar.

4.8.4. Peso unitario de fruto (g)

Se recolecto 10 frutos por unidad experimental, de manera aleatoria y los mismos se pesaron para promediar el peso unitario de frutos.

4.8.5. Peso de frutos por planta (kg)

Utilizando una balanza, se pesaron los frutos cosechados de 10 por unidad experimental en forma aleatoria, luego se promedió sus valores para determinar el peso producido por cada planta.

4.8.6. Diámetro polar de fruto (cm)

Los frutos cosechados se midió su longitud del fruto, usando un vernier, se tomó 10 frutos para su evaluación diametral, dichos frutos fueron elegidas al azar de durante cada recolección.

4.8.7. Diámetro ecuatorial de fruto (cm)

Haciendo uso del vernier, se tomó medida de la parte central del lado angosto del fruto, teniendo los frutos de 10 plantas establecidas aleatoriamente dentro de cada unidad experimental.

4.8.8. Rendimiento por hectárea (t/ha)

La producción total expresado en rendimiento t/ha, se recolecto la totalidad de frutos de las unidades experimentales, realizándose su conversión a hectárea.

4.9. Diseño experimental

En la ejecución del estudio, fue oportuno implementar el diseño de bloques completos randomizados con cuatro replicas. Debido a factores propios de la parcela experimental.

4.10. Características del campo experimental

4.10.1. Parcela experimental

Largo : 24 m

Ancho : 22 m

Área total : 528 m²

4.10.2. Bloque experimental

Largo : 22 m

Ancho : 6 m

Área total : 132 m²

4.10.3. Unidad experimental

Largo : 22 m

Ancho : 1,5 m

Área : 33 m²

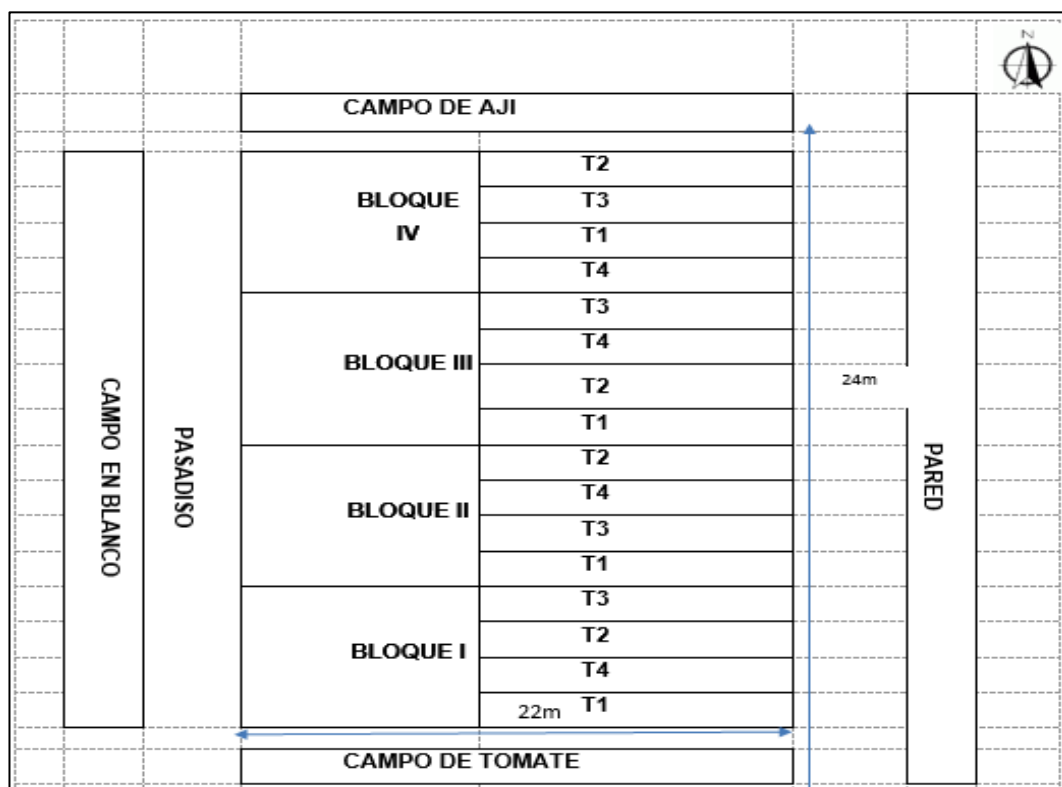
El número de líneas de riego son 16, así como 44 plantas por unidad experimental; el distanciamiento entre plantas es de 1,5 x 0,5 metros.

4.11. Aleatorización de los tratamientos

En la parcela elegida la disposición de los tratamientos y bloques fue según el esquema.

Figura 1

Esquema del campo experimental con sus tratamientos



Fuente: Elaboración propia.

4.12. Análisis estadístico

Los resultados se tabularon por intermedio del análisis de varianza con una significación de alfa 0,05 y 0,01. además para establecer el mejor tratamiento se hará mediante la comparación de medias, se usó la prueba de Duncan.

4.13. Manejo del experimento

4.13.1. Almacigo

El almacigo de tomate se realizó en bandejas germinadora, para lo cual se depositó una semilla por alveolo, se empleó sustrato humus de lombriz. Las bandejas permanecieron en vivero para controlar la evapotranspiración y propiciar una uniformidad de germinación. Las plántulas se desarrollarán en vivero hasta previo al transplante. Los riegos en vivero se realizaron con una frecuencia de 2 días.

4.13.2. Preparación del suelo

Previamente se tomó una muestra de suelo representativa (laboratorio de suelos), Luego se procedió al roturado de suelo, añadiendo estiércol de bovino 12 t/ha, al fondo de surco, acondicionándose y dejándose listo para el riego, con el objetivo de descomponer la materia orgánica.

4.13.3. Trasplante

Las plantas estuvieron listas para el trasplante a los 30 dds cuando tenga 4 - 5 hojas. Previo al trasplante se rego las bandejas para facilitar el plantado y evitar el estrés. Se plantó a 0,5 m. entre plantas se colocó una planta por hoyo, se realizó a las 8 am para evitar la muerte por golpe de sol, procediéndose a regar culminado el trasplante.

4.13.4. Replante

El replante consistió en realizar el recalce de las plantas que durante el trasplante no fueron viables y se murieron por diversos factores, el replante se realizó a la semana de haber trasplantado.

4.13.5. Riego

El riego en el fundo el pichón es por goteo (tecnificado), la duración del riego fue según el estado fenológico y etapas críticas del cultivo, procurando la humedad de campo.

El primer riego fue inmediatamente al trasplante, durante las primeras etapas vegetativas se rego 2 veces por semana, luego en etapas de fructificación se incrementó las horas de riego.

4.13.6. Fertilización

Evaluado el análisis de suelo, se llegó a determinar a una fórmula de abonamiento, teniendo en cuenta las demás características edáficas. La formulación fue de 200- 50-20 kg de NPK y 20 kg de CaO.

El fosforo, potasio, calcio y la mitad del N se adiciono en la preparación del campo, la segunda aplicación de nitrógeno se realizó en la etapa de botoneo. Los fertilizantes comerciales usados: urea, fosfato diamónico, sulfato de potasio y nitrato de calcio.

4.13.7. Aplicación de los tratamientos

Los bioestimulantes: Fito algas, Algas marinas BM 86 y Seaweed extract 45; se aplicaron en la fase de floración y después se aplicó cada 15 días hasta la primera cosecha, teniendo como referencia las indicaciones del producto comercial.

4.13.8. Control fitosanitario

El monitoreo y control fue constante en el cultivo, debido a las plagas potenciales que afectarían hasta el 100 % de la producción, esta actividad ha de efectuarse con mucha minuciosidad y aplicar los insecticidas específicos según la plagas y enfermedad.

4.13.9. Control de malezas

El deshierbado fue manual, la primera 15 ddt y la segunda al mes siguiente, las consecuentes previa observación de la presencia de malezas.

4.13.10. Cosecha

Esta etapa inicio a los 100 dds, la recolección fue en forma manual en jabas de plástico, además del tamaño y coloración, se cosecharon frutos pintones a maduros, ya que el mercado exige en dicho estado de madurez, también se recolectaron los frutos evaluados según cada unidad experimental y se tomó registro para su análisis.

4.13.11. Recolección de la información

La información recabada fue según las variables respuesta, durante el desarrollo del cultivo de tomate hasta la cosecha. Mediante los instrumentos se hizo el recojo de datos dependiendo el tipo de muestra seleccionadas al azar, se procuró realizar mediciones precisas y representativas, haciendo uso de los siguientes instrumentos, Balanza digital, Wincha métrica y un Vernier.

CAPÍTULO V

TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

5.1. Resultado y discusión.

5.1.1. Altura de planta (cm)

Tabla 8

Análisis de varianza de altura de planta (m) de tomate, con tres bioestimulantes

F de V	GL	SC	CM	Fc	F α (0,05 – 0,01)	Sig.
Bloques	3	0,0194188	0,00647292	2,09	3,86 6,99	ns
Tratamientos	3	0,1365190	0,04550630	14,68		**
Error exp.	9	0,0279062	0,00310069			
Total	15	0,1838440				

CV = 6,20%

ns= No significativo

**= Alta significación

Fuente: Elaboración propia

Los resultados encontrados en el análisis de varianza de altura de planta de tomate cultivar Galilea (tabla 8), muestran que no se presentaron diferencias estadísticas entre bloques, por lo que se asume que el medio experimental fue homogéneo; sin embargo para los tratamientos, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas, lo que quiere decir que los bioestimulantes utilizados

tuvieron efectos sobre la altura de planta. El coeficiente de variabilidad de 6,20%, indica que los datos, así como los resultados son aceptables.

Con la finalidad de determinar con mayor exactitud las diferencias encontradas, se procedió a realizar la prueba de significación de Duncan.

Tabla 9

Prueba de significación de Duncan de altura de planta de tomate, con tres bioestimulantes ($\alpha=0,05$)

Orden mérito	Tratamiento	Promedio (m)	Significación
1	Algas marinas BM 86	1,02	a
2	Fito algas	0,96	a
3	Seaweed extract 45	0,83	b
4	Testigo	0,79	b

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9, se presenta la prueba de significación de Duncan de altura de planta, la que muestra que, el tratamiento algas marinas bm 86, ocupa el primer lugar con un promedio de 1,02 m, el segundo lugar en orden de mérito le corresponde al tratamiento Fito algas con el cual el cultivar de tomate Galilea desarrolló una altura de planta promedio de 0,96 m, sin diferencias estadísticas entre ambos; el tercer y cuarto lugar les corresponde a los tratamientos Seaweed extract 45 y al testigo con 0,82 y 0,79 m respectivamente, comportándose éstos últimos como similares estadísticamente. Estos resultados indican que el bioestimulante Seaweed extract, no originó efectos sobre la altura de planta del cultivar en estudio.

5.1.2. Porcentaje de cuajado de frutos

Tabla 10

Análisis de varianza de porcentaje de cuajado de frutos de tomate, con tres bioestimulantes

F de V	GL	SC	CM	Fc	F α (0,05 – 0,01)	Sig.
Repeticiones	3	53,6875	17,89580	1,82	3,86 6,99	ns
Tratamientos	3	505,6880	168,56300	17,13		**
Error exp.	9	88,5625	9,84028			
Total	15	647,9380				

CV = 3,89%

ns= No significativo

**= Alta significación

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 10, corresponde al análisis de varianza de porcentaje de cuajado de frutos, en ella se observa que entre repeticiones no hubo diferencias estadísticas; en cambio entre tratamientos las diferencias estadísticas fueron altamente significativas, por lo tanto, se puede señalar que los bioestimulantes incidieron en el cuajado de frutos de tomate.

Tabla 11

Prueba de significación de Duncan de porcentaje de cuajado de frutos de tomate, con tres bioestimulantes ($\alpha=0,05$).

Orden mérito	Tratamiento	Promedio (%)	Significación
1	Algas marinas bm 86	87,75	a
2	Fito algas	81,75	b
3	Seaweed extract 45	80,75	b
4	Testigo	72,00	c

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 11, correspondiente a la prueba de significación de Duncan de porcentaje de cuajado de frutos de tomate; indica que el tratamiento con Algas marinas bm 86 se mostró como superior diferenciándose

estadísticamente a los demás con 87,75%, resultado que probablemente pudo influir en el rendimiento de frutos; del mismo modo se observa que los tratamientos con Fito algas y Seaweed extract, se ubicaron en el segundo y tercer lugar sin que se presentaran diferencias estadísticas entre ambos, con valores de 81,75% y 80,75% respectivamente; el tratamiento testigo con 72,00% fue superado por los otros tratamientos.

5.1.3. Número de frutos por planta

Tabla 05.

Tabla 12

Análisis de varianza de número de frutos por planta de tomate, con tres bioestimulantes

F de V	GL	SC	CM	Fc	F α (0,05 – 0,01)	Sig.
Repeticiones	3	3,6875	1,22917	0,67	3,86 6,99	ns
Tratamientos	3	60,6875	20,22920	10,99		**
Error exp.	9	16,5625	1,84028			
Total	15	80,9375				

CV= 4,53% ns= No significativo **= Alta significación

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza de número de frutos por planta de tomate, se visualiza en la tabla 12, a partir del cual se asevera que las repeticiones no fueron diferentes estadísticamente; en cambio entre tratamientos se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas; lo que sugiere los bioestimulantes aplicados, influyeron en el número de frutos por planta

de tomate. A partir de este resultado, para mayor detalle, se procedió a aplicar una prueba de comparaciones múltiples.

Tabla 06.

Tabla 13

Prueba de significación de Duncan de número de frutos de tomate por planta, con tres bioestimulantes ($\alpha=0,05$)

Orden mérito	Tratamiento	Promedio	Significación
1	Algas marinas bm 86	32,00	a
2	Seaweed extract 45	30,75	a
3	Fito algas	30,25	a
4	Testigo	26,75	b

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan de número de frutos de tomate por planta (tabla 13), pone de manifiesto que, si bien no se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos con bioestimulantes, todos superaron al testigo; Sin embargo, los promedios fueron de 32 frutos por planta con algas marinas bm 86, 30,75 con Seaweed extract 45 y 30,25 con Fito algas; el tratamiento testigo alcanzó 26,75 frutos de tomate por planta. Estos resultados permiten señalar que el empleo de bioestimulantes en base a algas, pueden favorecer el número de frutos y finalmente en el rendimiento.

5.1.4. Peso unitario de fruto

Tabla 14

Análisis de varianza de peso unitario de fruto de tomate (g), con tres bioestimulantes

F de V	GL	SC	CM	Fc	F α (0,05 – 0,01)	Sig.
Bloques	3	491,368	163,789	0,88	3,86 6,99	ns
Tratamientos	3	2213,660	737,887	3,96		*
Error exp.	9	1678,130	186,459			
Total	15	4383,160				

CV = 8,85%

ns= No significativo

**= Alta significación

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del análisis de varianza de peso unitario de fruto de tomate cultivar Galilea (tabla 14), muestran que no se presentaron diferencias estadísticas entre bloques; sin embargo, para la fuente de variabilidad tratamientos, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas, lo que quiere decir que los bioestimulantes utilizados tuvieron efectos sobre peso unitario de fruto. El coeficiente de variabilidad de 8,85%, indica que los resultados son confiables.

Tabla 15

Prueba de significación de Duncan de peso unitario de fruto de tomate, con tres bioestimulantes ($\alpha=0,05$)

Orden mérito	Tratamiento	Promedio (g)	Significación
1	Algas marinas bm 86	166,81	a
2	Seaweed extract 45	164,17	a
3	Fito algas	148,17	a b
4	Testigo	138,13	b

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan de peso unitario de fruto de tomate (tabla 15), pone en evidencia que, los tratamientos con Algas marinas, Seaweed extract 45 y Fito algas presentaron promedios con valores cercanos entre ellos de 166,81 g, 164,17 y 148,17g, resultando estadísticamente similares; sin embargo, Fito algas fue estadísticamente similar al tratamiento testigo cuyo promedio fue de 138,13 g de peso unitario de fruto. Por lo que se infiere que los dos primeros tratamientos fueron los que influyeron en mayor grado en la expresión de esta variable.

5.1.5. Peso de frutos por planta

Tabla 16

Análisis de varianza de peso de frutos de tomate por planta (kg), con tres bioestimulantes

F de V	GL	SC	CM	Fc	F α (0,05 – 0,01)	Sig.
Bloques	3	1,09215	0,364050	2,48	3,86 6,99	ns
Tratamientos	3	4,39316	1,464390	9,98		**
Error exp.	9	1,31999	0,146666			
Total	15	6,80531				

CV = 8,13% ns= No significativo **= Alta significación

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 16, corresponde al análisis de varianza de peso de frutos de tomate por planta, se observa que entre bloques no hubo diferencias estadísticas; en cambio entre tratamientos las diferencias estadísticas fueron altamente significativas, por lo tanto, se puede señalar que los bioestimulantes utilizados afectaron de algún modo en el peso de los frutos

de tomate por planta. El coeficiente de variabilidad fue de 8,13%, en consecuencia, para determinar con mayor detalle las diferencias entre tratamientos, se procedió a realizar la prueba de Duncan.

Tabla 17

Prueba de significación de Duncan de peso de frutos de tomate por planta, con tres bioestimulantes ($\alpha=0,05$)

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio (kg)	Significación
1	Algas marinas bm 86	5,33	a
2	Seaweed extract 45	5,05	a b
3	Fito algas	4,48	b c
4	Testigo	3,97	c

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17, se presenta la prueba de significación de Duncan de peso de frutos de tomate por planta, en la que se aprecia que, el tratamiento con Algas marinas bm 86 ocupa el primer lugar con un promedio de 5,33 kg/planta, el segundo lugar en orden de mérito le corresponde al tratamiento con Seaweed extract 45, con el cual el promedio de peso de frutos por planta de tomate fue de 5,05 kg, sin que se presentaran diferencias estadísticas entre ambos; el tercer y cuarto lugar les corresponde a los tratamientos con Fito algas y al testigo con 4,48 kg/planta y 3,97 kg/planta respectivamente, comportándose éstos últimos como similares estadísticamente. Estos resultados indican que el bioestimulante Fito algas fue el que influyó en menor grado en esta variable en relación a los otros dos productos.

5.1.6. Diámetro polar de fruto

Tabla 18

Análisis de varianza de diámetro polar de fruto de tomate (cm), con tres bioestimulantes

F de V	GL	SC	CM	Fc	F α (0,05 – 0,01)	Sig.
Bloques	3	0,0180187	0,00600625	0,06	3,86 6,99	ns
Tratamientos	3	2,5113200	0,83710600	8,79		**
Error exp.	9	0,8573060	0,09525630			
Total	15	3,3866400				

CV = 4,57% ns= No significativo **= Alta significación
Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza de diámetro polar de fruto de tomate (tabla 18), muestra que no se encontraron diferencias estadísticas entre bloques; en tanto que para tratamientos se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas; por lo que se asume que los bioestimulantes afectaron en alguna medida en el diámetro polar del fruto de tomate del cultivar Galilea. El coeficiente de variabilidad fue de 4,57%.

Tabla 19

Prueba de significación de Duncan de diámetro polar de fruto de tomate, con tres bioestimulantes

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio (cm)	Significación
1	Algas marinas bm 86	7,10	a
2	Seaweed extract 45	7,01	a
3	Fito algas	6,78	a
4	Testigo	6,09	b

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19, se presenta la prueba de significación de Duncan de diámetro polar de fruto en la que se puede observar que los tres bioestimulantes influyeron de manera similar en la variable analizada, por cuanto no fueron estadísticamente diferentes; no obstante el mayor promedio correspondió al tratamiento con Algas marinas con 7,10 cm; el segundo promedio en orden de mérito fue para el tratamiento con Seaweed extract 45 con 7,01 cm; el tratamiento con Fito Algas se ubicó en el tercer lugar con promedio de 6,78 cm; el tratamiento Testigo alcanzó un promedio de 6,09 cm, resultando estadísticamente inferior a los otros tres tratamientos.

5.1.7. Diámetro ecuatorial de fruto

Tabla 20

Análisis de varianza de diámetro ecuatorial de fruto de tomate (cm), con tres bioestimulantes.

F de V	GL	SC	CM	Fc	F α (0,05 – 0,01)	Sig.
Bloques	3	0,172869	0,0576229	0,84	3,86 6,99	ns
Tratamientos	3	1,704970	0,5683230	8,30		**
Error exp.	9	0,616156	0,0684618			
Total	15	2,493990				

CV = 4,96%

ns= No significativo

**= Alta significación

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza de diámetro ecuatorial de fruto (tabla 20), indica que entre repeticiones no se presentaron diferencias estadísticas;

del mismo modo se observa que para el caso de tratamientos se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas, por lo tanto, se puede señalar que los bioestimulantes afectaron en alguna medida el diámetro polar de fruto de tomate. El coeficiente de variabilidad fue de 4,96%.

Para mayor conocimiento de las respuestas encontradas con respecto a los tratamientos, se procedió a realizar la prueba de significación de Duncan.

Tabla 21

Prueba de significación de Duncan de diámetro ecuatorial de fruto de tomate, con tres bioestimulantes

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio (cm)	Significación
1	Algas marinas bm 86	5,56	a
2	Seaweed extract 45	5,52	a
3	Fito algas	5,27	a
4	Testigo	4,74	b

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan (tabla 21) de diámetro ecuatorial de fruto de tomate, muestra que, los tratamientos con Algas marinas, Seaweed extract y Fito algas se comportaron como similares estadísticamente, con promedios de 5,56 cm, 5,52 cm y 5,27 cm, respectivamente; los mismos que se fueron superiores al tratamiento Testigo que presentó un promedio de 4,74 cm de diámetro ecuatorial de fruto.

5.1.8. Rendimiento de frutos

Tabla 22

Análisis de varianza de rendimiento de fruto de tomate (t/ha), con tres bioestimulantes

F de V	GL	SC	CM	Fc	F α (0,05 – 0,01)	Sig.
Repeticiones	3	209,2644	69,75	2,37	3,86 6,99	ns
Tratamientos	3	804,6370	268,21	9,12		**
Error exp.	9	264,6767	29,41			
Total	15	1278,578				

CV = 8,61% ns= No significativo **= Alta significación

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados que se observan en el análisis de varianza de rendimiento de frutos de tomate cultivar Galilea (tabla 22), se puntualiza que no se presentaron diferencias estadísticas entre repeticiones, por lo que se asume que el medio experimental fue homogéneo; sin embargo para la fuente de variabilidad tratamientos, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas, por lo que se infiere que los bioestimulantes utilizados en el estudio tuvieron efectos sobre el rendimiento de frutos. El coeficiente de variabilidad de 6,20%, indica que los resultados son aceptables.

Para determinar las diferencias encontradas, se procedió a efectuar la prueba de significación de Duncan.

Tabla 23

Prueba de significación de Duncan de rendimiento de frutos de tomate (t/ha), con tres bioestimulantes

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio (t/ha)	Significación
1	Algas marinas bm 86	71,07	a
2	Seaweed extract 45	68,02	a b
3	Fito algas	59,77	b c
4	Testigo	52,98	c

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23, se presenta la prueba de significación de Duncan de rendimiento de frutos de tomate por hectárea, en la que se observa que, el tratamiento con algas marinas bm 86 ocupa el primer lugar con un promedio de 71,07 toneladas por hectárea, el segundo lugar en orden de mérito le corresponde al tratamiento con Seaweed extract 45, con el cual el promedio de rendimiento de frutos por hectárea fue del orden de 68,03 toneladas por hectárea, sin diferencias estadísticas entre ambos; el tercer y cuarto lugar les corresponde al con Fito algas con un rendimiento promedio de 59,77 t/ha, y el último lugar le correspondió al tratamiento Testigo con un rendimiento promedio de frutos de 52,98 toneladas por hectárea. Estos resultados indican que el bioestimulante Algas marinas fue el que se comportó como el mejor con respecto a los demás tratamientos.

Avendaño (2011). En su investigación denominada Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de tomate

(*Lycopersicon esculentum* Mill.) variedad Lía en el CEA. III fundo los pichones. Obtuvo un promedio de 69,41 t/ha con el tratamiento Satisfy (T₂), inferior a los obtenidos en el presente trabajo de investigación.

Ancco (2013), en su investigación titulada comparativo de cinco cultivares de tomate y tres dosis del bioestimulante promalina en el CEA III "Los pichones" Obtuvo un rendimiento promedio de 44,34 t/ha con el bioestimulante Promalina: 75 ml/200 l, inferior a los obtenidos en el presente trabajo de investigación.

Amachi (2006), en su investigación denominada "Rendimiento de cuatro cultivares de tomate (*Lycopersicom esculentum*) con tres densidades de siembra bajo riego por goteo en el fundo los pichones. Obtuvo un rendimiento de 72,13 t/ha con el híbrido Tabata superior a la presente investigación en el mismo ensayo con la variedad Rio grande obtuvo un promedio de rendimiento de 44,47 t/ha inferior a los obtenidos en el presente trabajo de investigación

CONCLUSIONES

Analizados las variables respuesta según el objetivo planteado, se concluye:

Los bioestimulantes Algas marinas BM 86, permitió obtener los mayores rendimientos de frutos de tomate con un promedio de 71,07 t/ha; así también el bioestimulante Seaweed extract 45 reportó un rendimiento de 68,02 t/ha.

Ambos productos influyeron incrementando los valores en altura de planta, porcentaje de cuajado, número de frutos, así como en sus diámetros de fruto.

RECOMENDACIONES

Para las condiciones edafoclimáticas del presente experimento se recomienda.

Utilizar el bioestimulante Algas marinas BM 86 para obtener los mayores rendimientos y calibres de frutos, siendo posible cosechar más de 70 t/ha. De esta manera se incrementaría el ingreso familiar de los agricultores.

Además es conveniente realizar ensayos para las aplicaciones de bioestimulantes a nivel de suelo y evaluar su efecto en los cultivos de interés económico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, J. R. (2003). *Morfología y fisiología del cultivo del tomate (Lycopersicon esculentum Mill.)*. Editorial Agrícola Latinoamericana.
- Ali, O., Ramsubhag, A., & Jayaraman, J. (2021). *Biostimulant properties of seaweed extracts in plants*. *Plants*, 10(3), 531. <https://doi.org/10.3390/plants10030531>
- Amachi P. (2006): "Rendimiento de cuatro cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con tres densidades de siembra bajo riego por goteo en el fundo Los Pichones." Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmán, Tacna-Perú.
- Ancco Chambi R. (2013): "Comparativo de rendimiento de cinco cultivares de tomate y tres dosis del bioestimulante Promalina en el C.E.A. III 'Los Pichones'."
- Avendaño, J. (2011). *Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) variedad Lía en el CEA. III fundo los pichones*. (Tesis ing. agrónomo). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.

- A critical review of soil algae as a crucial soil biological component of high ecological and economic significance. (2023). *Environmental Science: Advances*. <https://doi.org/10.1039/D2VA00158F>
- Belayneh, T., Mersie, T., & Van Driesche, R. (2023). *Review of the biology and control of whitefly, Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae), with special reference to biological control using entomopathogenic fungi. Insects*, 11(9), 619. <https://doi.org/10.3390/insects11090619>
- Catie. (1998). *Manual de clasificación y manejo poscosecha de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.)*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.
- Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). *Agricultural uses of plant biostimulants. Plant and Soil*, 383(1–2), 3–41. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>
- Cámara Agropecuaria e Agroindustrial de El Salvador. (s. f.). *Guía técnica de tomate: propagación y establecimiento*. San Salvador: CA Magro.
- Canales, B. (2002). *Uso de Derivados de Algas Marinas en la Producción de Tomate, Papa, Chile y Tomatillo. Coahuila, México*. Disponible en: www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort02/Ponencia08.pdf.

- CIAA (Centro de Investigaciones Agropecuarias y Agroindustriales). (1997).
Manual de producción de tomate bajo invernadero. Recuperado de
<https://es.scribd.com/document/335179956/PDF-manual-Produccion-de-Tomate-Pag-Web-11-15>
- Craigie, J. S. (2011). *Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture*. *Journal of Applied Phycology*, 23(3), 371–393.
<https://doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4>
- Craigie, J. S. (2021). *Biostimulant properties of seaweed extracts in plants: Implications towards sustainable crop production*. *Plants*, 10(3), 531.
<https://doi.org/10.3390/plants10030531>
- Desai, B. B. (1997). *Seeds handbook: Biology, production, processing and storage*. Marcel Dekker, Inc.
- Du Jardin, P. (2015). *Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation*. *Scientia Horticulturae*, 196, 3–14.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Drobek, M., Fraç, M. & Cybulska, J. (2019). *Plant biostimulants: Importance of the quality and yield of horticultural crops and the improvement of plant tolerance to abiotic stress — A review*. *Agronomy*, 9(6), 335.
<https://doi.org/10.3390/agronomy9060335>

- Dziugieł, T., & Wadas, W. (2020). *Possibility of increasing early crop potato yield with foliar application of seaweed extracts and humic acids*. *Journal of Central European Agriculture*, 21(2), 300-310. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/21.2.2576>
- Espinosa-Antón, A. A., Hernández-Herrera, R. M., & González-González, M. (2020). *Extractos bioactivos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y la protección de las plantas*. *Biología Vegetal*, 20(4), 257-282.
- European Food Safety Authority. (2020). *Pest categorisation of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae)*. *EFSA Journal*, 18(1), 1-35. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.5932>
- EPPO European and Mediterranean Plant Protection Organization. (2024). *Liriomyza huidobrensis (LIRIHU) datasheet*. <https://gd.eppo.int/taxon/LIRIHU/datasheet>
- Esquinas-Alcázar, J., & Nuez, F. (2001). *El cultivo del tomate: origen, domesticación y distribución geográfica*. En F. Nuez (Ed.), *El cultivo del tomate* (pp. 1-26). Mundi-Prensa.
- Fernández-Collado, J., & Ruiz-Castro, M. (2020). *Tomato moth (*Tuta absoluta*) in Cuba: a review of damage and management*.

Fitosanidad, 24(4), 1-10. Recuperado de
<https://www.redalyc.org/pdf/2091/209129856009.pdf>

FAO. (2003). *El cultivo del tomate: generalidades del cultivo*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
<https://www.fao.org/4/a1374s/a1374s02.pdf>

Food and Agriculture Organization. (s. f.). *Tomato: Water requirements and yield response after transplanting*. Recuperado de
<https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/tomato/en/>.

Futureco Bioscience. (2002). *Bioestimulantes para plantas*. Recuperado de
<https://www.futurecobioscience.com/bioestimulantes-para-plantas>

García, A., López, R., & Torres, M. (2022). *Aplicaciones de bioestimulantes en agricultura sostenible: mecanismos y beneficios*. Revista de Ciencias Agrícolas, 47(2), 123-140.

García-Rodríguez, A., Smith, J. T., & Alvarez, F. (2023). Effects of seaweed extract biostimulants on sugar accumulation, antioxidant enzyme activity and root architecture in sugar beet (*Beta vulgaris*) plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 188, 146-155.
<https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.146155>

- Gómez, A., & Castro, M. (2010). Evaluación del bioestimulante foliar Bioagro Triple en el cultivo de tomate. *Agricolae*, 17(2), 45-51.
- Gomaa, A. M., El-Sayed, M., & El-Mogy, M. M. (2020). *Effects of spraying humic acid and seaweed extract on vegetative growth and yield of Williams banana. Journal of Plant Production*, 11(8), 765–773.
https://jpp.journals.ekb.eg/article_130950_0f5df9541e7ffcf2558395d590b529d6.pdf
- Giardini, L., Giovanardi, R., & Borin, M. (1988). Water consumption and yield response of tomato in relation to water availability at different soil depths. *Acta Horticulturae*, 228, IV International Symposium on Water Supply and Irrigation, 12.
DOI:10.17660/ActaHortic.1988.228.12
- Haifa Group. (1999). *Crop Guide: Tomato – Plant Nutrition*. Haifa Group.
Recuperado de <https://www.haifa-group.com/crop-guide/vegetables/tomato/crop-guide-tomato-plant-nutri>
- Hussain, H. Inayath, Kasinadhuni, N., Arioli, T. (2021). *The effect of seaweed extract on tomato plant growth, productivity and soil. Journal of Applied Phycology*, 33, 1305-1314.
<https://doi.org/10.1007/s10811-021-02387-2>

Hunziker, A.T. (1979). *South American Solanaceae: a synoptic survey*. En J. G. Hawkes, R. N. Lester & A. D. Skelding (Eds.), *The Biology and Taxonomy of the Solanaceae* (pp. 49–86). Academic Press.

Huerres, A., & Caraballo, B. (1988). *Morfología foliar del tomate: hojas compuestas y variaciones según variedad rústica*.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). (1999) *Cultivo del tomate. Vigésima segunda edición*. Managua, Nicaragua: Editorial Inpasa.

Identification and Quantification of Plant Growth Regulators and Antioxidant Compounds in Aqueous Extracts of *Padina durvillaei* and *Ulva lactuca*. (2020). *Agronomy*, 10(6), 866. <https://doi.org/10.3390/agronomy10060866>

Jaramillo, J., Rodríguez, V. P., Guzmán, M., Zapata, M., y Rengifo, T. (2007). *Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de tomate bajo condiciones protegidas*. Primera Edición.

Jara Aguirre, J. A. (2021). *Efecto de algas marinas en el cultivo de banano* [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio Institucional UAG. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/JARA%20AGUIRRE%20JHONNY%20ALEJANDRO.pdf>

- Jayaraj, J., Wan, A., Rahman, M., & Punja, Z. K. (2008). Seaweed extract reduces foliar fungal diseases on carrot: induction of defence-related enzymes including peroxidase. *Crop Protection*, 27(10), 1360–1366.
- Jin, M., Lee, H., & Chong, Y. (2022). λ -Carrageenan promotes plant growth in banana via enhancement of cellular metabolism, nutrient uptake, and cellular homeostasis. *Plants*, 11(19), 2546. <https://doi.org/10.3390/plants11192546>
- Khan, W., Menon, U., Subramanian, S., Jithesh, M.N., Rayorath, P., Hodges, D.M., Critchley, A.T., Craigie, J.S. & Prithiviraj, B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation*, 28 (4), 386-399. <https://doi.org/10.1007/s00344-009-9103-x>
- Katsoulas, N., Tyagi, A., Chakraborty, P., & Hossen, M. (2020). Combined application of *Ascophyllum nodosum* extract (ANE) and chitosan (CHT) enhances host-defense of peas against powdery mildew: induction of peroxidase, PAL and other defence genes. *Plant Physiology and Biochemistry*, 158, 580-590.
- Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios E.I.R.L. (2015). Informe de análisis físico-químico del campo experimental. Arequipa, Perú.
- Maroto, J. V. (2002). *Horticultura herbácea especial*. Mundi-Prensa.

- Ministerio de Agricultura. (2010). *Reporte nacional de producción y superficie de tomate en las regiones Lima, Ica, Arequipa y Lambayeque*. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura.
- Nuez, F. (1995). *El cultivo del tomate*. Editorial Mundi-Prensa. México D.F. 797 p.
- Panda, D., Pramanik, K., & Nayak, B. R. (2023). *Use of Sea Weed Extracts as Plant Growth Regulators for Sustainable Agriculture*. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, 3(3), 404-411.
- Peralta, I. E., Knapp, S., & Spooner, D. M. (2005). New species of wild tomatoes (Solanum section Lycopersicon: Solanaceae) from Northern Peru. *Systematic Botany*, 30(2), 424–434. <https://doi.org/10.1600/0363644054223657>
- Ponce, F. da S., & Toledo, C. A. de L. (2025, June 17). Leafminer in tomato: damage and management. *Revista Cultivar*. <https://revistacultivar.com/articles/leafminer-fly-in-tomato-damage-and-management>
- Reynafarje, X., Grados, D., Casas, A., & Schrevens, E. (2018). Effect of water stress after flowering stage on tomato crop yield and soil water content in the semi-arid Peruvian coastline. *Acta Horticulturae*, 1253, 37. DOI:10.17660/ActaHortic.2019.1253.37

Rodríguez, R. (1984). *“El Cultivo Moderno del Tomate”*. Editorial Mundi – Prensa Madrid. España. 178 pp.

Role of Bioactive Compounds Extracted from Seaweeds for Crop Improvement. (2024). In *Role of Seaweeds for Improving Soil Fertility and Crop Development to Address Global Food Insecurity*, MDPI.

Rodríguez, L., Sánchez, P., & Martínez, J. (2001). *Biología, morfología y manejo del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum L.)*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de Colombia.

Sañudo, T. (2013). *El cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) y el potencial endofítico de diferentes aislados de Bauveria bassiana*.

Salunkhe, D. K., & Kadam, S. S. (1998). *Handbook of fruit science and technology: Production, composition, storage, and processing*. CRC Press.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2015). Datos meteorológicos de la estación Jorge Basadre Grohmann, Tacna – campaña de cultivo de tomate (junio-octubre 2015) [Informe técnico]. Tacna, Perú.

Sharma, H. S. S., Fleming, C., Selby, C., Rao, J. R., & Martin, T. (2019). *Plant biostimulants: A review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic*

stresses. *Journal of Applied Phycology*, 31, 571–590.
<https://doi.org/10.1007/s10811-018-1630-8>

Shukla PS, Mantin EG, Adil M, Bajpai S, Critchley AT, Prithviraj B. Ascophyllum nodosum-based biostimulants: Sustainable applications in agriculture for the stimulation of plant growth, stress tolerance, and disease management. *Front Plant Sci.* 2019;10:655. doi:10.3389/fpls.2019.00655.

TNAU (Tamil Nadu Agricultural University). (s. f.). *Tomato – Fertilizer schedule and nutrient management*. Recuperado de https://agritech.tnau.ac.in/horticulture/horti_vegetables_tomato_irrigation.html

The Effect of *Chlorella vulgaris* on the Fertility of Sandy Soils and on the Composition of Soil Leachates. (2024). *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. <https://doi.org/10.1007/s42729-024-01984-7>

University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences (UF/IFAS). (s. f.). *EENY-106/IN263: Southern Armyworm, Spodoptera eridania (Stoll) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae)*. Recuperado de <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IN263>

Using Brown Algae in the Plant–Soil System: A Sustainable Approach to Improving the Yield and Quality of Agricultural Crops. (2025).

Horticulturae, 11(1), 94.
<https://doi.org/10.3390/horticulturae11010094> MDPI

Von Haeff, A. (1983). *El cultivo del tomate (Lycopersicon esculentum Mill.): Aspectos agronómicos y económicos*. Editorial Acribia.

Wien, H. C. (1997). *The physiology of vegetable crops*. CAB International.

Xue, L., Wang, Y., & Li, S. (2022). Seaweed extract from *Ascophyllum nodosum* improves root morphology, soluble protein content and delays leaf senescence in maize (*Zea mays*). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 208(5), 650-662.
<https://doi.org/10.1111/jac.12511>.

Yang, S., Wang, H., Wang, G., Wang, J., Gu, A., Xue, X., & Chen, R. (2023). Effects of seaweed-extract-based organic fertilizers on the levels of mineral elements, sugar–acid components and hormones in ‘Fuji’ apples. *Agronomy*, 13(4), 969.

Zapata, M. (1992). *El pH y su influencia en el cultivo de tomate*. Editorial Agroamérica.

ANEXOS

Anexo 1 Costo de producción de tomate (ha)

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario(s/.)	Total
A) costos directos				
Alquiler de terreno	Ha	1	500	500
Preparación de suelo				550
Aradura	Horas	5	50	250
Rastra	Horas	2	50	100
Nivelación	Horas	2	50	100
Surcado	Horas	2	50	100
Mano de obra				2450
Incorporación de materia orgánica	Jornal	5	35	175
Tendido de cintas	Jornal	3	35	105
Plantación y replantación	Jornal	12	35	420
Fertilización	Jornal	8	35	280
Control de plagas	Jornal	5	35	175
Riegos	Jornal	5	35	175
Cosecha	Jornal	25	35	875
Clasificación	Jornal	7	35	245
Insumos agrícolas				1901.95
Semilla de tomate híbrido Galilea	1	2	300	600
Estiércol	kg	10000	0.05	500
Fosfato di amónico	kg	87	1.45	126.15
Urea	kg	620	1.09	675.8
Bioestimulantes				220
Fito algas	1	1	45	45
Fx algae48	1	1	120	120
Seaweed extract 45	1	1	55	55
Pesticidas				695
Proclainm	1	3	75	225
Tifón	1	2	45	90
Lancer	1	1.5	200	300
Rhizolex-T	kg	0.5	70	35
Superwett	1	1.5	30	45
Subtotal				5 596.9
Imprevistos(5% del sub total)				279,8
Costos directos				5 876,7
Costos indirectos (7% de los CD.)				411,3
Costo total				6 288,07

Fuente: elaboración propia

Anexo 2 Galería de fotografías

Figura 2

Semilla del cultivar galilea



Figura 3

Siembra en bandejas bajo vivero



Figura 4

Germinación de semillas



Figura 5

Almacigo con primera hoja verdadera



Figura 6

Preparación de terreno



Figura 7

Poda y desmalezado



Figura 8

Campo de tomate en pleno crecimiento



Figura 9

Evaluación de altura de planta



Figura 10

Tomate en madures comercial

