



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**USO DE AMINOÁCIDOS Y ALGAS MARINAS COMO
COMPLEMENTO A LA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE
PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.)**

AUTOR

GRANDA MANZARAN JORGE LUIS

TUTOR

ING. JUAN JAVIER MARTILLO GARCIA, M.Sc.

MILAGRO, ECUADOR

2025



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGRONOMÍA**

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Juan Martillo García, M.Sc., docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: USO DE AMINOÁCIDOS Y ALGAS MARINAS COMO COMPLEMENTO A LA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annum* L.), realizado por el estudiante GRANDA MANZARAN JORGE LUIS; con cédula de identidad N° 0928476480 de la carrera AGRONOMÍA, Extensión Ciudad Universitaria Dr. Jacobo Bucaram Ortiz - Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

ING. JUAN MARTILLO GARCÍA, M.Sc.
TUTOR

Milagro, 27 de marzo del 2025



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGRONOMÍA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: USO DE AMINOÁCIDOS Y ALGAS MARINAS COMO COMPLEMENTO A LA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.), realizado por el estudiante GRANDA MANZARAN JORGE LUIS, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

ING. MARTÍNEZ CARRIEL TYRON, M.Sc.
PRESIDENTE

ING. ARCOS RAMOS FREDDY, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. FLORES CADENA CRISTIAN, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Milagro, 27 de marzo del 2025

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a toda mi familia, en especial a mi madre Karina Manzaran que con su exhausto esfuerzo día a día pudo ayudarme incondicionalmente, gracias a eso puedo culminar mi carrera universitaria, a mis abuelos que siempre estuvieron desde pequeño, me vieron crecer y que más regalo poder dedicarle mis logros a ellos, a mi novia Ab. Pamela Cuenca, gracias a ella pude alcanzar una meta más, y es así que por ellos y a su gran esfuerzo, puedo dar este paso tan importante en mi vida; y a quienes día a día a base de consejos me dan fuerzas para continuar por el camino correcto y seguir cumpliendo mis metas.

Así mismo, quiero dedicar este logro a mis maestros, quienes impartieron sus sabios conocimientos a cada uno de nosotros para enfrentarnos a la vida y demostrar nuestro profesionalismo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD., autoridades de la Universidad Agraria del Ecuador, por permitirme terminar mis estudios en esta prestigiosa institución; a los docentes de la facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad, por haber compartido sus conocimientos, experiencias y servir de guía en toda mi carrera universitaria.

Expreso mi agradecimiento a los tutores encargados de orientarme en la ejecución de este proyecto de titulación, a mis amistades más cercanas y familiares.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, GRANDA MANZARAN JORGE LUIS, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre USO DE AMINOÁCIDOS Y ALGAS MARINAS COMO COMPLEMENTO A LA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.), por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, 27 de marzo del 2025

GRANDA MANZARAN JORGE LUIS

C.I. 0928476480

RESUMEN

El presente trabajo estuvo enfocado en determinar el efecto de la aplicación de algas y aminoácidos como complemento a la fertilización en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.). Tras realizar el análisis e interpretación de los datos, se concluyó que el tratamiento T3 (Algas + Aminoácidos + NPK) obtuvo los mejores resultados en lo que respecta a la altura de planta a los 15 días, altura de planta a los 30 días, altura de planta a los 45 días, días a la floración, número de frutos por planta, peso de frutos. En cuanto al rendimiento del cultivo, el tratamiento T3 (Algas + Aminoácidos + NPK) fue el mejor tratamiento, con un valor de 14130.00 kg/ha; seguido de T1 (Aminoácidos+ N-P-K) con un valor de 11362.50 kg/ha. El tratamiento promedio más bajo fue T5 (Testigo Absoluto) con 6300.00 kg/ha en el rendimiento del cultivo de pimiento. Asimismo, en función del tercer objetivo específico, se llevó a cabo un análisis económico, Según los datos de los rendimientos en cada tratamiento y con la relación beneficio/costo se logró demostrar que el tratamiento que predominó en el estudio fue el T3 (Algas + Aminoácidos + NPK), con un beneficio/costo de 2.03; lo que significa que por cada dólar invertido se generó una ganancia de 1.03 dólares; seguido por T1 (Aminoácidos+ N-P-K), con un valor de 1.52 dólares con un retorno de 0.52 dólares; seguido por T4 (Testigo convencional + NPK), con un valor de 1.37 dólares con un retorno de 0.37 dólares y por último el T5 (Testigo Absoluto) con un valor de 1.02 dólares con un retorno de 0.2 dólares, siendo el menor promedio entre tratamientos. En conclusión, la combinación de Algas + Aminoácidos + NPK, aumenta significativamente la productividad del cultivo de pimiento.

Palabras clave: *Algas, bioestimulante, fertilizante, pimiento, hectárea.*

ABSTRACT

The present work was focused on determining the effect of applying algae and amino acids as a complement to fertilization in the cultivation of pepper (*Capsicum annuum* L.). After analyzing and interpreting the data, it was concluded that treatment T3 (Algae + Amino acids + NPK) obtained the best results with respect to plant height at 15 days, plant height at 30 days, plant height at 45 days, days to flowering, number of fruits per plant, fruit weight. Regarding crop yield, treatment T3 (Algae + Amino acids + NPK) was the best treatment, with a value of 14130.00 kg/ha; followed by T1 (Amino acids + N-P-K) with a value of 11362.50 kg/ha. The lowest average treatment was T5 (Absolute Control) with 6300.00 kg/ha in the yield of the pepper crop. Likewise, based on the third specific objective, an economic analysis was carried out. According to the data on the yields in each treatment and the benefit/cost ratio, it was possible to demonstrate that the treatment that predominated in the study was T3 (Algae + Amino acids + NPK), with a benefit/cost of 2.03; which means that for each dollar invested, a profit of 1.03 dollars was generated; followed by T1 (Amino acids + N-P-K), with a value of 1.52 dollars with a return of 0.52 dollars; followed by T4 (Conventional control + NPK), with a value of 1.37 dollars with a return of 0.37 dollars and finally T5 (Absolute control) with a value of 1.02 dollars with a return of 0.2 dollars, being the lowest average between treatments. In conclusion, the combination of Algae + Amino acids + NPK significantly increases the productivity of the pepper crop.

Keywords: *Algae, biostimulant, cocoa, fertilizer, hectare*

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 12 |
| 1.1 Antecedentes del problema..... | 12 |
| 1.2 Planteamiento y formulación del problema..... | 12 |
| 1.3 Justificación de la investigación..... | 13 |
| 1.4 Delimitación de la investigación..... | 13 |
| 1.5 Objetivo general..... | 13 |
| 1.6 Objetivos específicos | 13 |
| 1.7 Hipótesis o idea a defender..... | 14 |
| 2. MARCO TEÓRICO..... | 15 |
| 2.1 Estado del arte..... | 15 |
| 2.2 Bases científicas y teóricas de la temática..... | 17 |
| 2.3 Marco legal..... | 22 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 23 |
| 3.1 Enfoque de la investigación..... | 24 |
| 3.2 Metodología..... | 25 |
| 4. RESULTADOS..... | 30 |
| 5. DISCUSIÓN..... | 34 |
| 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 36 |
| BIBLIOGRAFÍA | 38 |
| ANEXOS..... | 40 |
| APÉNDICES..... | 40 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo N° 1: Tabla 1. Tratamientos | 15 |
| Anexo N° 2: Tabla 2. Diseño del análisis de la varianza | 16 |
| Anexo N° 3: Tabla 3. Descripción de las parcelas experimentales | 16 |
| Anexo N° 4: Tabla 4. Presupuesto del estudio..... | 18 |
| Anexo N° 5: Tabla 5. Altura plantas a los 15 días..... | 18 |
| Anexo N° 6: Tabla 6. Altura plantas a los 30 días..... | 18 |
| Anexo N° 7: Tabla 7. Altura plantas a los 45 días | 18 |
| Anexo N° 8: Tabla 8. Días a la floración..... | 18 |
| Anexo N° 9: Tabla 9. Frutos por planta..... | 18 |
| Anexo N° 10: Tabla 10. Peso de frutos..... | 18 |
| Anexo N° 11: Tabla 11. Rendimiento | 18 |
| Anexo N° 9: Figura 1. Croquis del estudio | 23 |
| Anexo N° 10: Figura 2. Ubicación del estudio | 23 |

ÍNDICE DE APÉNDICES

| | |
|---|-----------|
| Apéndices N° 1:Tabla 13. Análisis de varianza altura plantas a los 15 días | 52 |
| Apéndices N° 1:Tabla 14. Análisis de varianza altura plantas a los 30 días | 53 |
| Apéndices N° 1:Tabla 15. Análisis de varianza altura plantas a los 45 días | 54 |
| Apéndices N° 1:Tabla 16. Análisis de varianza días a la floración | 55 |
| Apéndices N° 1:Tabla 17. Análisis de varianza frutos por planta | 56 |
| Apéndices N° 1:Tabla 18. Análisis de varianza peso de fruto | 57 |
| Apéndices N° 1:Tabla 19. Análisis de varianza rendimiento | 58 |

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) de la familia de las solanáceas es originario de América y tanto su cultivo como su consumo están extendidos por todo el mundo (Arreaga, 2019).

Su versatilidad, variedad, sabor, beneficios y propiedades nutricionales hacen del pimiento un alimento imprescindible en nuestra alimentación. Procede de América del Sur, donde se cultivaba desde tiempos anteriores a la cultura inca, entre el 5200 y el 3400 A.C (Menendez, 2020, p.45).

En Ecuador los rendimientos de pimiento son bajos comparados con otros países, debido entre otros factores a limitado estudios sobre variedades o híbridos existentes en el mercado; la tecnología empleada no es la apropiada; los costos de producción son muy elevados y la falta de asesoría técnica para los agricultores (Chiguano, 2022).

“El Ecuador tiene rendimientos bajos de 3,57 ton/ha, mientras que en Perú se obtiene 8,09 t/ha, en Colombia 11,8 t/ha y destaca Chile con un rendimiento destacado de 33,9 ton/ha” (FAO, 2023).

“La fertilización debe ser de un cuidado especial porque la planta dispone de un sistema radicular muy sensible al exceso de sales, lo que puede impedir tanto la absorción de agua por las raíces como alterar una equilibrada absorción de nutrientes” (Falconez, 2020).

Según Yáñez, (2019) menciona que los biofertilizantes a base de extractos de algas proveen los siguientes beneficios: Ayudan a superar el estrés por trasplante, aumentan la uniformidad y el vigor de la germinación, incrementan el número de pelos absorbentes del sistema radical, aceleran el brotamiento, incrementan el calibre de los frutos, promueven la diferenciación y división celular, sin riesgo a desordenes fisiológicos, aumentan la viabilidad de los órganos florales y frutos evitando su caída, mejoran la absorción de nutrientes del suelo, permiten la recuperación más rápida de los cultivos ante factores abióticos adversos, y proporcionan resistencia a plagas y enfermedades (p. 67).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La problemática de las malas prácticas agrícolas en cuanto a la fertilización conlleva al desequilibrio nutricional de los cultivos sumado a la falta de análisis del suelo, los agricultores desconocen las necesidades precisas de nutrientes, lo que ha dado lugar a elevados costos de producción y bajos rendimientos.

“Un exceso en la aplicación de fertilizantes convencionales ocasiona problemas asociados a desequilibrios de nutrientes, reflejado en que las plantas se tornan susceptibles al ataque de plagas y enfermedades, baja de los rendimientos y pérdidas económicas” (Huamán, 2020).

1.2.2 Formulación del problema

¿De qué manera influyó el uso de aminoácidos y algas marinas como complemento a la fertilización, en la producción de pimiento de la zona de estudio?

1.3 Justificación de la investigación

Este estudio tuvo el propósito de establecer el mejor tratamiento a la aplicación de extractos de algas marinas y aminoácidos que favoreciera un óptimo desarrollo de la planta, y a la vez se lograra incrementar la producción. El uso de algas marinas en la agricultura, constituyó una vía de mejoramiento para la nutrición de los cultivos y la producción de los mismos. La fertilización de pimiento, fue de suma importancia, permitió obtener resultados concretos que ayudaron a desarrollar nuevas estrategias y sobre todo hacer énfasis en los errores cometidos en las aplicaciones por parte de los productores, para evitar cometerlos en la posteridad. Además, ayudó al desarrollo y potencialización del sector agrícola, que a su vez impactó positivamente en la economía mediante la generación de fuentes de empleo con una mejor producción. A través del uso de extracto de algas más aminoácidos, ayudó a mejorar el suelo, estimulando el crecimiento, aumentando la eficiencia de los fertilizantes, reduciendo costos de producción, y elevando el rendimiento y calidad del cultivo.

1.4 Delimitación de la investigación

La presente investigación se llevó a cabo bajo las siguientes limitaciones.

- **Espacio:** Se realizó en el cantón Milagro provincia del Guayas, coordenadas 2°08'05"S 79°35'14"O / -2.1347222222222, -79.587222222222.

- **Tiempo:** Este trabajo tuvo una duración de 6 meses y se realizó desde el mes de agosto del 2024 hasta enero del 2025.
- **Población:** Los beneficiados fueron todos los productores de pimiento, en especial los del cantón Guayas.

1.5 Objetivo general

Determinar los efectos de los tratamientos a base de aminoácidos y algas marinas como complemento a la fertilización en el rendimiento y desarrollo del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.).

1.6 Objetivos específicos

- Evaluar en función de los tratamientos establecidos, el desarrollo agronómico del cultivo de pimiento.
- Identificar que tratamiento influyó directamente en el incremento de la productividad del cultivo de pimiento.
- Realizar el análisis del mejor tratamiento en base a la relación beneficios/costos.

1.7 Hipótesis

La aplicación de aminoácidos y extractos de algas marinas como complemento a la fertilización, incrementó la producción del cultivo de pimiento en la zona de estudio.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

De acuerdo a la investigación realizada por Ortiz, (2021) sobre extractos de algas marinas en la producción de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) menciona que en los resultados obtenidos se puede afirmar que la aplicación al momento del trasplante influyó en el incremento en el rendimiento del cultivo, ya que superó en 5.8 toneladas por hectárea al testigo al cual no se le aplicó ningún producto. Además, menciona que las algas marinas permiten una mejor interacción en los cultivos en el balance de macro y micronutrientes que las plantas requieren. Estas sustancias de origen natural con efectos comparados a los reguladores de crecimientos, también son consideradas como activadores biológicos y bioestimulantes orgánicos.

Aguilar y Veintimilla (2022) mencionan en su investigación que se evaluó la producción del cultivo de arroz con la aplicación de algas marinas como complemento a la fertilización química, el material de siembra fue la variedad INIAP FL 1480 Cristalino, Los tratamientos y dosis evaluados fueron (T1.- 7,27 kg/ha; T2.- 9,09 kg/ha; T3.- 10,91 kg/ha; T4.- 12,73 kg/ha y T5.- testigo), las aplicaciones se realizaron al suelo a los 25 y 40 días después de la siembra. Con el tratamiento T3 se obtuvo los mejores resultados en las variables altura de planta 117,60cm a los 45 días; números de grano por panícula 173,40; porcentaje de granos llenos/vanos; peso de mil granos 27,18 y el mayor rendimiento 7 071,71 kg/ha-1. Con la aplicación de algas marinas se logra incrementar los rendimientos del cultivo de arroz en la zona de Babahoyo.

Siadén (2024) menciona que en su estudio evaluó el efecto del bioestimulante en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) expuestas a estrés por cadmio. El peso fresco de frutos mostró una mejora notable con el bioestimulante. En particular, el tratamiento con 1.4 ppm de cadmio y aplicación de bioestimulante redujo en 99% la acumulación foliar de cadmio, asociado con mayor actividad antioxidante y compuestos fenólicos. Aunque los pigmentos fotosintéticos no presentaron cambios significativos, los niveles de Ácido Indol-3-Acético (AIA) aumentaron con mayor cadmio y disminuyeron con el bioestimulante, indicando su efecto protector. Estos resultados sugieren que la aplicación de bioestimulantes es

una herramienta prometedora para mitigar los efectos del cadmio en cultivos agrícolas.

Ccahuana (2024) en su estudio analizó el uso de concentrados y extractos de algas marinas como estimulantes vegetales en diversos cultivos, enfocado en mitigar el impacto del estrés abiótico, causado por factores como clima adverso, salinidad del suelo o riego deficiente, que limitan el rendimiento de las plantas. Las algas marinas, adaptadas a ambientes de alto estrés, contienen 27 sustancias naturales similares a hormonas vegetales, agentes quelantes, vitaminas, compuestos biocidas y unas 5000 enzimas, conformando un complejo enzimático único. A través de ensayos realizados con datos de algas marinas, se evaluaron mejoras en variables como altura, brotes, desarrollo radicular y productividad, destacándose el potencial de las algas pardas (*Fucus spp.*, *Laminaria spp.*, *Ascophyllum nodosum*, entre otras) usadas en la agricultura. Con más de 25,000 especies de algas marinas identificadas, se anticipa que su uso puede ofrecer beneficios significativos en la optimización del desarrollo y producción agrícola.

Estudios realizados indican que dentro de los compuestos que pueden contener los extractos de algas se mencionan todos los elementos químicos esenciales; además de diversas sustancias naturales reportadas hasta ahora cuyos efectos son similares a los de los reguladores de crecimiento de las plantas, tales como vitaminas, carbohidratos, proteínas, sustancias biocidas que actúan contra algunas plagas y enfermedades, así como la presencia de agentes quelatantes como ácidos orgánicos y manitol (Van Staden, 2023).

Laverde y Muñoz (2021) en su proyecto de investigación, realizado en la parroquia del cantón Valencia, provincia de Los Ríos. Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con seis tratamientos y tres repeticiones, utilizando como fertilizantes extracto de algas marinas y ácidos húmicos, y como sustratos pollinaza y residuos de matadero, aplicados a una dosis de 1 kg/m². El tratamiento con extracto de algas y sustrato de pollinaza obtuvo los mejores resultados, destacando en altura de planta (44.99 cm a los 30 días y 62.17 cm a los 45 días), menor tiempo a floración (19.33 días), y mejores parámetros de producción: número de frutos (31.33), longitud (14.09 cm), diámetro (6.32 cm), y peso (619.22 g). Este tratamiento también presentó la mejor relación beneficio/costo, generando USD

0.88 por cada unidad invertida, consolidándose como la opción más efectiva y rentable.

Los extractos de algas marinas tienen actividad bioestimulante que mejoran el crecimiento y rendimiento en muchos cultivos, y pueden mejorar la absorción de minerales. El efecto de la aplicación foliar de extracto de algas y fertilizantes (tratamientos: extracto de algas (A); fertilizantes (FF); extracto de algas+fertilizantes (A+FF); y testigo-T) sobre el rendimiento y calidad del pimiento. Los tratamientos A y A+FF produjeron una cantidad superior de frutos comerciales y totales por planta, y un rendimiento comercial total superior, en comparación con FF y T. El tratamiento A+FF produjo frutos con mayor peso, en comparación con T, tanto a nivel comercial como total (Salazar, *et al.* 2022).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Cultivo de pimiento

2.2.1.1. Origen

El lugar exacto en donde se originó el pimiento aun es desconocido sin embargo el pimiento fue usado por nativos en lo que hoy se conoce como Centro y Sudamérica por siglos antes de que llegaran los europeos. Los arqueólogos han encontrado semillas de pimiento entre los restos humanos en un valle de Tehuacán en México que data de 7,000 aC. En algún momento entre 5,200 y 3,400 aC, los nativos de México cultivaban pimientos (Cerrufo, 2022, p. 67).

2.2.1.2. Clasificación taxonómica del cultivo de pimiento

Según González, (2020) “la taxonomía dentro del género *Capsicum* es compleja, debido a la gran variabilidad de formas existentes en las especies cultivadas y a la diversidad de criterios utilizados en la clasificación.

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Scrophulariales

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum*

Especie: *C. annuum L.*

2.2.2 Descripción Botánica

2.2.2.1. Raíz

“La raíz es pivotante y profunda; aunque la profundidad varía según la textura y profundidad del suelo. Tiene raíces adventicias que longitudinalmente pueden alcanzar entre 0,5 y 1 metro” (Corpoica, 2023).

2.2.2.2. Tallo

Su tallo y ramas tienen crecimiento limitado y erecto. A partir de cierta altura (“cruz”) emite 2 o 3 ramificaciones (dependiendo de la variedad) y continúa ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo (los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas, y así sucesivamente), existen ciertas variedades que se tornan susceptibles al volcamiento por el tipo de tallo que poseen (Hazael y Priet, 2019, p. 21).

2.2.2.3. Hojas

La hoja es entera, glabra y lanceolada, con un ápice muy pronunciado (acuminado) y un pecíolo largo y poco aparente. El haz es liso y suave al tacto y de color verde brillante que varía de intensidad con la variedad. La nervadura principal parte de la base de la hoja, proyectándose desde el pecíolo, las nervaduras secundarias son pronunciadas y llegan casi al borde de la hoja. Las hojas se insertan en el tallo de forma alternada y su tamaño varía según la variedad. Se presenta alguna relación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio del fruto (Cárdenas, 2023, p. 59).

2.2.2.4. Flores

“Las flores aparecen solitarias en cada nudo del tallo. Son pequeñas y constan de una corola blanca” (Ecoterrazas, 2023).

2.2.2.5. Fruto

El fruto es una baya hueca, semi-cartilaginosa y deprimida, de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco); algunas variedades van pasando del verde al anaranjado e incluso al rojo a medida que van madurando. Su tamaño es variable, pudiendo pesar desde escasos gramos hasta más de 500 gramos (Macías, 2020, p. 44).

2.2.2.6. Semillas

“Las semillas se encuentran insertas en una placenta cónica de disposición central. Son redondeadas, ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5mm” (Ibañez, 2019).

2.2.3 Condiciones edafoclimáticas del cultivo de pimiento

2.2.3.1. Temperatura

La planta del pimiento es bastante sensible a las temperaturas. Una gran diferencia entre las temperaturas nocturnas y las diurnas puede provocar problemas en el desarrollo de las flores. Temperaturas demasiado altas podrían provocar la caída de las flores y de pequeños frutos que ya hubieran aparecido, mientras que las temperaturas bajas pueden producir pimientos más pequeños y/o deformados, por eso las temperaturas idóneas para el normal desarrollo de este cultivo va de 22°C a 29°C (Peralta, 2021).

2.2.3.2. Suelos

Requiere de un pH neutro, entre 6,5 y 7. Suelos profundos, ricos en materia orgánica y en nitrógeno, pero ligeramente arenosos son los ideales para este cultivo. Suelos muy pesados, con demasiada proporción de arcilla podrían generar anegamientos indeseados aumentando la posibilidad de sufrir enfermedades (Casafe, 2022, p. 79).

2.2.3.3. Luz

“El pimiento necesita exposición directa al sol, especialmente durante el principio de la vida de la planta y durante la floración” (Robbies, 2020, p. 41).

2.2.3.4. Humedad

Según Arias, (2019) en periodo de crecimiento admite humedades relativas (HR) superiores a 70%. Pero en periodo de floración y cuajado la humedad relativa óptima está entre el 50-70% con humedades superiores se corre el riesgo de padecer enfermedades criptogámicas. Si la HR es baja produce frutos asurados comúnmente llamados asoleados.

2.2.5 Biofertilizantes a base de extractos de algas marinas

Según López, (2022) “son materiales bioactivos naturales solubles en agua, que promueven la germinación de semillas, incrementan el desarrollo y

rendimientos de los cultivos; reduciendo los costos de producción. Se menciona además sus efectos en los cultivos agrícolas, gracias a la aportación de macro y micronutrientes”.

2.2.5.1. Propiedades de las algas marinas

“Son consideradas como activadores biológicos y bioestimulantes orgánicos, para aumentar el contenido de nutrientes, y a la vez su disponibilidad para una rápida asimilación durante el desarrollo de las plantas” (Rodríguez, 2019).

Se ha reportado que, al aplicar extractos de algas marinas al follaje, las enzimas que contienen refuerzan las plantas sus defensas, su nutrición y su fisiología, aportando más resistencia a estrés, más nutrición y vigor. Asimismo, se ha citado que los extractos de algas al aplicarlos vía suelo y foliar, fijan nitrógeno del aire gracias a su complejo enzimático de nitrogenasa, lo que también ayuda a proporcionar más nutrición y vigor a los cultivos. En las porciones de algas expuestas a la luz, existen células con cloroplastos, que son los órganos especializados en llevar a cabo la fotosíntesis (Loaiza, 2023).

2.2.5.2. Beneficios de la aplicación de algas

“Los beneficios de la aplicación de algas marinas en los cultivos se aprecian en la germinación, aumento en rendimiento, resistencia al estrés biótico y abiótico, mayor vida postcosecha de productos perecederos, entre otros” (Vargas, 2023).

Según Chica, (2023) menciona que los beneficios de las algas observados en el crecimiento, la sanidad y el rendimiento de los cultivos contribuyen a:

- 1) Suministro de nutrientes esenciales por la degradación de la materia orgánica.
- 2) La mejora de las características del suelo. Las algas son especies con elevado contenido en fibra, macro y microelementos, aminoácidos, vitaminas y fitohormonas.

2.2.5.3 Aplicación de productos a base de algas marinas

“De acuerdo a sus presentaciones comerciales, el extracto de *Ascophyllum nodosum* puede aplicarse vía foliar, vía suelo, ambas o en tratamiento a la semilla” (Morales, 2021).

Para el caso de aplicación edáfica se puede incorporar en el riego especialmente en el de surcos y en fertirriego. Además, se puede aplicar ilimitadamente con otros productos foliares o de aplicación al suelo, siempre

cuidando que exista un equilibrio hormonal, por lo que resulta importante planificar las estrategias en términos de tiempo y frecuencia en que se aplica (Intagri, 2019).

2.2.6 Aminoácidos

Los aminoácidos son los constituyentes principales de las proteínas, biomolécula que al igual que los carbohidratos, lípidos, vitaminas y ácidos nucleicos son indispensables en los organismos vivos. Existen 20 aminoácidos diferentes y todos ellos tienen una parte en común que lo caracteriza, la cual consiste en un grupo amino (-NH₂) y un grupo ácido (-COOH). La formación de proteínas está relacionada con la asimilación del nitrógeno, cuando los cultivos son fertilizados con sales nitrogenadas, este es asimilado para luego ser utilizado en la formación de aminoácidos y comenzar la síntesis de proteínas.

Los aminoácidos son utilizados en etapas críticas en el desarrollo del cultivo, así como en situaciones de estrés abiótico. El beneficio de la aplicación de aminoácidos en los cultivos es un significativo ahorro de energía en la producción de los mismos, este ahorro de energía se ve reflejado en vigor de la planta y la mejora de la tolerancia ante situaciones de estrés, reduciendo significativamente el daño en el rendimiento y en la calidad del cultivo causado por las situaciones de estrés. Además, acelera la respuesta tolerante de los cultivos al estrés abiótico, reduciendo las pérdidas en el rendimiento que el estrés causa en estos, la aplicación de aminoácidos conlleva a cultivos más vigorosos, con una respuesta mejorada ante condiciones climáticas adversas (Tradecorp, 2019).

2.3 Marco legal

Constitución Política de la República del Ecuador

Ley de Desarrollo Agrario

Capítulo I: Los Objetivos de la Ley

Artículo 3. Políticas agrarias.

El fomento, desarrollo y protección del sector agrario se efectuará mediante el establecimiento de las siguientes políticas:

- a)** De cultivo, cosecha, comercialización, procesamiento y en general, de aprovechamiento de recursos agrícolas;
- b)** El fomento, desarrollo y protección del sector agrario se efectuará mediante el establecimiento de las siguientes políticas:
- c)** De capacitación integral al indígena, al montubio, al afroecuatoriano y al campesino en general, para que mejore sus conocimientos relativos a la aplicación de los mecanismos de preparación del suelo,
- d)** De preparación al agricultor y al empresario agrícola, para el aprendizaje de las técnicas modernas y adecuadas relativas a la eficiente y racional administración de las unidades de producción a su cargo.

CAPÍTULO V

Protección y recuperación de la fertilidad de la tierra rural I de producción

Artículo 49.- Protección y recuperación. El Estado desarrollará la planificación para el aprovechamiento de la capacidad de uso y su potencial productivo agrario, con la participación de la población local y ofreciendo su apoyo a las comunidades de la agricultura familiar campesina, a las organizaciones de la economía popular y solidaria y a las y los pequeños y medianos productores, con la implementación y el control de buenas prácticas agrícolas. (Asamblea Nacional De La República Del Ecuador, 2016, p. 14)

Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria.

Investigación, Asistencia Técnica y Diálogo de saberes

Artículo 9. Investigación y extensión para la soberanía alimentaria. - El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agrobiodiversidad.

Artículo 10. Institucionalidad de la investigación y la extensión.- La ley que regule el desarrollo agropecuario creará la institucionalidad necesaria encargada de la investigación científica, tecnológica y de extensión, sobre los sistemas alimentarios, para orientar las decisiones y las políticas públicas y alcanzar los objetivos señalados en el artículo anterior; y establecerá la asignación presupuestaria progresiva anual para su financiamiento. (Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, 2014, p. 22)

Código orgánico de la producción

Art.57 “Democratización productiva en concordancia con lo establecido con la constitución se entenderá por democratización productiva política, mecanismo e instrumento para que genere desconcentración de factores y recursos productivos, y faciliten el acceso al financiamiento capital y tecnológico para la realización de actividades productivas “Párrafo II “El estado protegerá a la agricultura familia comunitaria como garante de la soberanía alimentaria,..., y al macro, pequeño y mediana empresa implementando política que regulan sus intercambios con el sector privado.

Art. 14.- Según la Constitución de la República sección II. Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológico equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de lo ecosistema, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (Código Orgánico De La Producción, Comercio E Inversiones., 2010, p. 26)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

El trabajo estuvo enfocado en determinar el efecto de la aplicación de algas y aminoácidos como complemento a la fertilización en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.).

3.1.1 Tipo de investigación

La investigación fue de carácter inductivo con características aplicadas y por el movimiento de las variables de concepción experimental, mediante la recolección de datos permitió probar la hipótesis, lo cual tuvo como resultado obtener de forma segura la relación causa efecto.

3.1.1.1. *Investigación experimental*

Tratándose de analizar la aplicación de algas marinas y aminoácidos como complemento a la fertilización en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.).

3.1.1.2. *Investigación descriptiva*

Se evaluó y analizó cada variable para documentarla descriptivamente en todos los datos encontrados en el transcurso de esta investigación.

3.1.1.3. *Investigación documental*

Se visualizó textualmente todos los datos incluyendo resultados evaluados y analizados obtenidos al final de este estudio.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño experimental del estudio es DBCA constituido por cinco tratamientos, tres a base de algas y aminoácidos y dos testigos con cuatro repeticiones obteniendo 20 parcelas experimentales.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. *Variable independiente*

Aminoácidos, algas marinas, fertilizante, semillas de pimiento.

3.2.1.1. *Variables dependientes*

- **Altura de planta (cm)**

La altura de la planta se determinó con la ayuda de una cinta métrica desde el nivel del suelo, hasta la parte apical del tallo, de las 10 plantas elegidas al azar del área útil de cada parcela; esta variable se realizó a los 15-30-45 días después del trasplante.

- **Días a la floración (d)**

Se determinó mediante la observación directa en cada una de las parcelas, considerando el tiempo transcurrido desde la fecha del trasplante hasta el momento que el 50 % de las plantas hayan florecido en cada tratamiento.

- **Número de frutos por planta (n)**

Se realizó el conteo en cada una de las 10 plantas seleccionadas y señaladas dentro del área útil de cada parcela, tomando en cuenta las tres cosechas comerciales.

- **Peso de los frutos (g)**

Se procedió a pesar los frutos de las 10 plantas escogidas al azar dentro del área útil de cada parcela en tres cosechas, con la ayuda de una balanza digital.

- **Rendimiento (kg/ha)**

Esta variable se obtuvo en base al peso del fruto en gramos, el número de frutos por planta y la densidad de siembra del cultivo, realizado en tres cosechas.

- **Análisis económico (B/C)**

Este análisis se determinó en base al rendimiento y el costo de cada tratamiento, para finalmente obtener la relación beneficio-costos.

3.2.2 Tratamientos experimentales

Los tratamientos se detallan a continuación:

Tabla 1. Descripción de los tratamientos experimentales

| Tratamientos Ingrediente activo | Dosis/ha | Dosis/parcela | Frecuencia de aplicación |
|--|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Aminoácidos+ Abono completo N-P-K | 3 L+ 100kg | 7,2 ml + 0,24 kg | 15 – 30 -45 días |
| Algas marinas + Abono completo N-P-K | 3 L+ 100kg | 7,2 ml + 0,24 kg | 15 – 30 -45 días |
| Algas + Aminoácidos + Abono completo N-P-K | 2 L+ 2 L + 50kg | 4,8 ml + 4,8 ml +0,12 kg | 15 – 30 -45 días |
| Testigo convencional Abono completo N-P-K | 150kg | 0,36 kg | 15 – 30 -45 días |
| Testigo absoluto (Sin aplicación) | ----- | ----- | ----- |

Elaborado por: El Autor, 2025

➤ **Manejo del ensayo**

Se llevó a cabo todas las labores culturales y prácticas requeridas para el cultivo de pimiento, así como la aplicación de los tratamientos en estudio de la siguiente manera:

- **Siembra del semillero:** se lo realizó con bandejas germinadoras de 168 cavidades, las cuales se las llenó con turba.
- **Análisis de suelo:** se efectuó un análisis previo a la siembra en las parcelas experimentales, el mismo fue para determinar porcentajes de; macro, micronutrientes y materia orgánica.
- **Riego de semillero:** se lo aplicó con regadera de acuerdo a las condiciones climáticas y necesidades de las plantas.
- **Preparación de hoyos:** con la ayuda de un espeque se realizó los hoyos a una distancia de 0,40 entre plantas x 0,50 m entre hileras, y a una profundidad aproximada de 10cm. Una vez realizado los hoyos se procedió a la colocación de materia orgánica vegetal en dosis de 500 gr. por hoyo.
- **Trasplante:** el trasplante se lo efectuó a los 35 días después de la siembra del semillero.
- **Riego:** una vez realizado el trasplante se aplicó riego por gravedad según el estado de humedad del suelo y las condiciones ambientales.
- **Manejo de malezas:** se realizó de forma manual, utilizando herramientas como azadón y machete.
- **Manejo de plagas:** se aplicó un producto orgánico neem 25cc por bombada, para control de mosca blanca, trips, pulgón y ácaros cada 8 días, como método preventivo.
- **Aplicación de fertilizante:** después del trasplante en forma de aspersion se aplicaron los productos con la ayuda de una bomba de mochila, esta labor se la realizó a los 15, 30 y 45 días con sus respectivas dosis por hectárea y parcela.
- **Cosecha:** se realizó de forma manual con la ayuda de una tijera de poda, para no causar daños a la planta, se efectuó cuando los frutos lleguen a su madurez fisiológica y comercial, es decir, que presenten las características deseables en el mercado, se realizaron 3 cosechas.

3.2.3 Diseño experimental

Tabla 2. Esquema de análisis de varianza

| Fuente de Variación | Grados de Libertad |
|------------------------------|--------------------|
| Tratamientos (t - 1) (5 - 1) | 4 |
| Repeticiones (r - 1) (4 - 1) | 3 |
| Error t (r - 1) 4 (4 - 1) | 12 |
| Total (t * r - 1) (5*4 - 1) | 19 |

Elaborado por: El Autor, 2025

3.2.3.1. Delimitación experimental

Tabla 3. Descripción de las parcelas experimentales

| Características | Unidad |
|---|--------------------|
| Número de Tratamientos | 5 |
| Número de repeticiones | 4 |
| Número de parcelas | 20 |
| Largo de la parcela | 6m |
| Ancho de la parcela | 4m |
| Número de hileras por parcela | 8 |
| Distancia entre parcelas y repeticiones | 1 m |
| Distancia entre hileras | 0.50 m |
| Distancia entre plantas | 0.40 m |
| Plantas por parcela | 120 |
| Total de plantas | 2400 |
| Área de la parcela | 24m ² |
| Área útil de la parcela | 12 m ² |
| Área total del experimento | 646 m ² |

Elaborado por: El Autor, 2025

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

- **Materiales y herramientas:** Machete, semillas, cintas, estacas, letreros, alambre, tanque, balde, bomba, botas, guantes, productos fertilizantes, balanza, dosificadores, agua, pala. Además de computadoras, proyector, borrador, lápiz, libreta, mapas, cámaras fotográficas, etc.
- **Recurso bibliográfico:** Informes, artículos de revistas, folletos, libros, documentos de sitio web y tesis de grado.
- **Material experimental:** Semillas de pimiento, fertilizantes y complementos.
- **Recursos humanos:** Tesista, tutor, encargado de la finca en estudio.
- **Recursos económicos:** El presente trabajo de investigación fue financiado por recursos propios del tesista.

Tabla 4. Presupuesto

| Descripción | Cantidad | Total (\$) |
|-------------------------|----------|------------|
| Preparación del terreno | 1 | 240 |
| Herramientas | 5 | 100 |
| Pasajes | 15 | 50 |
| Alimentación | 15 | 80 |
| Semillas | 1 | 200 |
| Mano de obra | 5 | 100 |
| Fertilizantes | 2 | 40 |
| TOTAL | | 810 |

Elaborado por: El Autor, 2025

3.2.4.2. Métodos y técnicas

- **Método inductivo:** Este método permitió observar los resultados obtenidos con la finalidad de cumplir los objetivos específicos e hipótesis planteada.
- **Método deductivo:** Parte de los datos generales aceptados como valederos, para deducir por medio del razonamiento lógico, varias suposiciones, es decir; parte de verdades previamente establecidas como principios generales.

- **Método sintético:** Mediante este método se logró establecer y relacionar los resultados para construir la discusión, conclusiones relacionadas bajo la perspectiva de totalidad de la investigación.

3.2.5 Análisis estadístico

3.2.5.1. Análisis funcional

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, a la cual se le realizó el respectivo análisis de los datos de las variables establecidas, se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

3.2.5.2. Hipótesis estadística

Ha: Al menos un tratamiento tuvo respuestas favorables en el rendimiento del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.)

Ho: Ningún tratamiento tuvo respuestas favorables en el rendimiento del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.)

3. RESULTADOS

4.1 Evaluación de los tratamientos establecidos, en el desarrollo agronómico del cultivo de pimiento.

4.1.1 Altura de planta a los 15 días (cm)

La tabla 5 muestra las medias obtenidas al evaluar la altura de las plantas de pimiento a los 15 días. Según el análisis de varianza, se encontró un coeficiente de variación de 3.17 % y un valor p entre los tratamientos fue de <0,0001, lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T3 (Algas + Aminoácidos + NPK) fue el mejor tratamiento, con un valor de 9.25 cm; seguido de T1 (Aminoácidos+ N-P-K) con un valor de 8.00 cm. El tratamiento promedio más bajo fue T5 (Testigo Absoluto) con 5.00 cm de altura a los 15 días.

Tabla 5.

Altura de planta

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Altura plantas a los 15 días | 20 | 0.99 | 0.98 | 3.17 |

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|-------|----|-------|--------|---------|
| Modelo | 44.35 | 7 | 6.34 | 126.71 | <0.0001 |
| Tratamientos | 44.20 | 4 | 11.05 | 221.00 | <0.0001 |
| Repeticiones | 0.15 | 3 | 0.05 | 1.00 | 0.4262 |
| Error | 0.60 | 12 | 0.05 | | |
| Total | 44.95 | 19 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.50398

| Tratamientos | 15 días | 30 días | 45 días |
|----------------------------------|---------|---------|---------|
| T5 (T. Absoluto) | 5.00a | 9,50a | 30,75a |
| T2 (Algas marinas + Abono .. | 6.00b | 15,50b | 36,00b |
| T4 (Testigo convencional+ | 7.00c | 17,50c | 43,25c |
| T1 (Aminoácidos+ Abono com.. | 8.00d | 19,75d | 46,25d |
| <u>T3 (Algas + Aminoácidos +</u> | 9,25e | 23,00e | 49,75 |

Elaborado por: El autor, 2025

4.1.4 Días a la floración (n)

La tabla 8 muestra las medias obtenidas al evaluar los días a la floración del cultivo de pimiento. Según el análisis de varianza, se encontró un coeficiente de variación de 1.54 % y un valor p entre los tratamientos fue de $<0,0001$, lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T3 (Algas + Aminoácidos + NPK) fue el mejor tratamiento, con un valor de 54.50 %; seguido de T1 (Aminoácidos+ N-P-K) con un valor de 58.00 %. El tratamiento promedio más bajo fue T5 (Testigo Absoluto) con 69.25 % en la variable días a la floración.

Tabla 8.

Días a la floración (d)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Días a la floración (d) | 20 | 0.98 | 0.97 | 1.54 |

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|--------|----|--------|--------|---------|
| Modelo | 599.75 | 7 | 85.68 | 91.80 | <0.0001 |
| Tratamientos | 599.20 | 4 | 149.80 | 160.50 | <0.0001 |
| Repeticiones | 0.55 | 3 | 0.18 | 0.20 | 0.8968 |
| Error | 11.20 | 12 | 0.93 | | |
| Total | 610.95 | 19 | | | |

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.17743

Error: 0.9333 gl: 12

| Tratamientos | Medias | n | E.E. | |
|------------------------------|--------|---|------|---|
| T3 (Algas + Aminoácidos + .. | 54.50 | 4 | 0.48 | A |
| T1 (Aminoácidos+ Abono com.. | 58.00 | 4 | 0.48 | B |
| T4 (Testigo convencional+ .. | 64.50 | 4 | 0.48 | C |
| T2 (Algas marinas + Abono .. | 66.50 | 4 | 0.48 | C |
| T5 (T. Absoluto) | 69.25 | 4 | 0.48 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: El Autor, 2025

4.1.5 Frutos por planta (n)

La tabla 9 muestra las medias obtenidas al evaluar el número de frutos por planta del cultivo de pimiento. Según el análisis de varianza, se encontró un coeficiente de variación de 5.12 % y un valor p entre los tratamientos fue de $<0,0001$, lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T3 (Algas + Aminoácidos + NPK) fue el mejor tratamiento, con un valor de 7.50 %; seguido de T1 (Aminoácidos+ N-P-K) con un valor de 6.50 %. El tratamiento promedio más bajo fue T5 (Testigo Absoluto) con 3.25 % en la variable frutos por planta.

Tabla 9.

Frutos por planta (n)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-----------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Frutos por planta (n) | 20 | 0.98 | 0.97 | 5.12 |

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|-------|----|-------|--------|---------|
| Modelo | 49.65 | 7 | 7.09 | 94.57 | <0.0001 |
| Tratamientos | 46.30 | 4 | 11.58 | 154.33 | <0.0001 |
| Repeticiones | 3.35 | 3 | 1.12 | 14.89 | 0.0002 |
| Error | 0.90 | 12 | 0.08 | | |
| Total | 50.55 | 19 | | | |

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.61724

Error: 0.0750 gl: 12

| Tratamientos | Medias | n | E.E. | |
|------------------------------|--------|---|------|---|
| T5 (T. Absoluto) | 3.25 | 4 | 0.14 | A |
| T2 (Algas marinas + Abono .. | 4.25 | 4 | 0.14 | B |
| T4 (Testigo convencional+ .. | 5.25 | 4 | 0.14 | C |
| T1 (Aminoácidos+ Abono com.. | 6.50 | 4 | 0.14 | D |
| T3 (Algas + Aminoácidos + .. | 7.50 | 4 | 0.14 | E |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: El Autor, 2025

4.1.6 Peso de frutos (g)

La tabla 10 muestra las medias obtenidas al evaluar el peso del fruto del cultivo de pimiento. Según el análisis de varianza, se encontró un coeficiente de variación de 0.43 % y un valor p entre los tratamientos fue de $<0,0001$, lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T3 (Algas + Aminoácidos + NPK) fue el mejor tratamiento, con un valor de 78.50 gramos; seguido de T1 (Aminoácidos+ N-P-K) con un valor de 75.75 gramos. El tratamiento promedio más bajo fue T5 (Testigo Absoluto) con 70.00 gramos en la variable peso de frutos.

Tabla 10.

Peso del fruto (g)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Peso del fruto (g) | 20 | 0.99 | 0.99 | 0.43 |

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|--------|----|-------|--------|---------|
| Modelo | 173.75 | 7 | 24.82 | 248.21 | <0.0001 |
| Tratamientos | 173.20 | 4 | 43.30 | 433.00 | <0.0001 |
| Repeticiones | 0.55 | 3 | 0.18 | 1.83 | 0.1948 |
| Error | 1.20 | 12 | 0.10 | | |
| Total | 174.95 | 19 | | | |

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.71273

Error: 0.1000 gl: 12

| Tratamientos | Medias | n | E.E. | |
|------------------------------|--------|---|------|---|
| T5 (T. Absoluto) | 70.00 | 4 | 0.16 | A |
| T2 (Algas marinas + Abono .. | 72.00 | 4 | 0.16 | B |
| T4 (Testigo convencional+ .. | 74.00 | 4 | 0.16 | C |
| T1 (Aminoácidos+ Abono com.. | 75.75 | 4 | 0.16 | D |
| T3 (Algas + Aminoácidos + .. | 78.50 | 4 | 0.16 | E |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: El Autor, 2025

4.2 Identificación del tratamiento que influyó directamente en el incremento de la productividad del cultivo de pimiento.

4.2.1 Rendimiento (kg/ha)

La tabla 11 muestra las medias obtenidas al evaluar el rendimiento del cultivo de pimiento. Según el análisis de varianza, se encontró un coeficiente de variación de 0.54 % y un valor p entre los tratamientos fue de <0,0001, lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T3 (Algas + Aminoácidos + NPK) fue el mejor tratamiento, con un valor de 14130.00 kg/ha; seguido de T1 (Aminoácidos+ N-P-K) con un valor de 11362.50 kg/ha. El tratamiento promedio más bajo fue T5 (Testigo Absoluto) con 6300.00 kg/ha en el rendimiento del cultivo de pimiento.

Tabla 11.

Rendimiento (Kg/ha)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|---------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Rendimiento (kg/ha) | 20 | 1.00 | 1.00 | 0.54 |

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|--------------|----|-------------|----------|---------|
| Modelo | 142466355.00 | 7 | 20352336.43 | 7178.95 | <0.0001 |
| Tratamientos | 142451100.00 | 4 | 35612775.00 | 12561.83 | <0.0001 |
| Repeticiones | 15255.00 | 3 | 5085.00 | 1.79 | 0.2019 |
| Error | 34020.00 | 12 | 2835.00 | | |
| Total | 142500375.00 | 19 | | | |

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=120.00587

Error: 2835.0000 gl: 12

| Tratamientos | Medias | n | E.E. | |
|------------------------------|----------|---|-------|---|
| T5 (T. Absoluto) | 6300.00 | 4 | 26.62 | A |
| T2 (Algas marinas + Abono .. | 8640.00 | 4 | 26.62 | B |
| T4 (Testigo convencional+ .. | 8880.00 | 4 | 26.62 | C |
| T1 (Aminoácidos+ Abono com.. | 11362.50 | 4 | 26.62 | D |
| T3 (Algas + Aminoácidos + .. | 14130.00 | 4 | 26.62 | E |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: El Autor, 2025

4.3 Realización del análisis del mejor tratamiento en base a la relación beneficios/costos.

El análisis económico se efectuó en la tabla 12; para lo cual fue necesario conocer los valores de los rendimientos (kg/ha). Según los datos de los rendimientos en cada tratamiento y con la relación beneficio/costo se logró demostrar que el tratamiento que predominó en el estudio fue el T3 (Algas + Aminoácidos + NPK), con un beneficio/costo de 2.03; lo que significa que por cada dólar invertido se generó una ganancia de 1.03 dólares; seguido por T1 (Aminoácidos+ N-P-K), con un valor de 1.52 dólares con un retorno de 0.52 dólares; seguido por T4 (Testigo convencional + NPK), con un valor de 1.37 dólares con un retorno de 0.37 dólares y por último el T5 (Testigo Absoluto) con un valor de 1.02 dólares con un retorno de 0.2 dólares, siendo el menor promedio entre tratamientos.

Tabla 12.
Análisis económico del cultivo de pimiento

| Tratamientos | Rendimiento (kg/ha) | Precio Comercial (\$/Kg) | Bien Bruto (\$) | Costo Producción (\$) | Bien Neto (\$) | Relación (b/c) |
|--------------|---------------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|----------------|----------------|
| T1 | 11362.50 | 0.80 | 9090.00 | 3608 | 5482.00 | 1.52 |
| T2 | 8640.00 | 0.80 | 6912.00 | 3100 | 3812.00 | 1.23 |
| T3 | 14130.00 | 0.80 | 11304.00 | 3726 | 7578.00 | 2.03 |
| T4 | 8880.00 | 0.80 | 7104.00 | 3000 | 4104.00 | 1.37 |
| T5 | 6300.00 | 0.80 | 5040.00 | 2500 | 2540.00 | 1.02 |

Elaborado por: El Autor, 2025

5. DISCUSIÓN

El presente trabajo estuvo enfocado en determinar el efecto de la aplicación de algas y aminoácidos como complemento a la fertilización en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.). Tras realizar el análisis e interpretación de los datos, se concluyó que el tratamiento T3 (Algas + Aminoácidos + NPK) obtuvo los mejores resultados en lo que respecta a la altura de planta a los 15 días, altura de planta a los 30 días, altura de planta a los 45 días, días a la floración, número de frutos por planta, peso de frutos. Esto concuerda con lo señalado por Van Staden (2023) quien indican que dentro de los compuestos que pueden contener los extractos de algas se mencionan todos los elementos químicos esenciales; además de diversas sustancias naturales reportadas hasta ahora cuyos efectos son similares a los de los reguladores de crecimiento de las plantas, tales como vitaminas, carbohidratos, proteínas, sustancias biocidas que actúan contra algunas plagas y enfermedades, así como la presencia de agentes quelatantes como ácidos orgánicos y manitol. Asimismo, Laverde y Muñoz (2021) en su proyecto de investigación, realizado en la parroquia del cantón Valencia, provincia de Los Ríos. Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con seis tratamientos y tres repeticiones, utilizando como fertilizantes extracto de algas marinas y ácidos húmicos, y como sustratos pollinaza y residuos de matadero, aplicados a una dosis de 1 kg/m². El tratamiento con extracto de algas y sustrato de pollinaza obtuvo los mejores resultados, destacando en altura de planta (44.99 cm a los 30 días y 62.17 cm a los 45 días), menor tiempo a floración (19.33 días), y mejores parámetros de producción: número de frutos (31.33), longitud (14.09 cm), diámetro (6.32 cm), y peso (619.22 g). Este tratamiento también presentó la mejor relación beneficio/costo, generando USD 0.88 por cada unidad invertida, consolidándose como la opción más efectiva y rentable.

En relación con el segundo objetivo específico, se analizó la variable de rendimiento del cultivo, identificando que el tratamiento T3 (Algas + Aminoácidos + NPK) fue el mejor tratamiento, con un valor de 14130.00 kg/ha; seguido de T1 (Aminoácidos+ N-P-K) con un valor de 11362.50 kg/ha. El tratamiento promedio más bajo fue T5 (Testigo Absoluto) con 6300.00 kg/ha en el rendimiento del cultivo de pimiento. De acuerdo a la investigación realizada por Ortiz, (2021) sobre extractos de algas marinas en la producción de pimiento morrón (*Capsicum*

annuum L.) menciona que en los resultados obtenidos se puede afirmar que la aplicación al momento del trasplante influyó en el incremento en el rendimiento del cultivo, ya que superó en 5.8 toneladas por hectárea al testigo al cual no se le aplicó ningún producto. Además, menciona que las algas marinas permiten una mejor interacción en los cultivos en el balance de macro y micronutrientes que las plantas requieren. Estas sustancias de origen natural con efectos comparados a los reguladores de crecimientos, también son consideradas como activadores biológicos y bioestimulantes orgánicos. Esto coincide con lo expuesto por Salazar *et al.* (2022) quienes mencionan que los extractos de algas marinas tienen actividad bioestimulante que mejoran el crecimiento y rendimiento en muchos cultivos, y pueden mejorar la absorción de minerales. El efecto de la aplicación foliar de extracto de algas y fertilizantes (tratamientos: extracto de algas (A); fertilizantes (FF); extracto de algas+fertilizantes (A+FF); y testigo-T) sobre el rendimiento y calidad del pimiento. Los tratamientos A y A+FF produjeron una cantidad superior de frutos comerciales y totales por planta, y un rendimiento comercial total superior, en comparación con FF y T. El tratamiento A+FF produjo frutos con mayor peso, tanto a nivel comercial como total.

Asimismo, en función del tercer objetivo específico, se llevó a cabo un análisis económico. Según los datos de los rendimientos en cada tratamiento y con la relación beneficio/costo se logró demostrar que el tratamiento que predominó en el estudio fue el T3 (Algas + Aminoácidos + NPK), con un beneficio/costo de 2.03; lo que significa que por cada dólar invertido se generó una ganancia de 1.03 dólares. Según Aguilar y Veintimilla (2022) mencionan en su investigación que se evaluó la producción del cultivo de arroz con la aplicación de algas marinas como complemento a la fertilización química, el material de siembra fue la variedad INIAP FL 1480 Cristalino, Los tratamientos y dosis evaluados fueron (T1.- 7,27 kg/ha; T2.- 9,09 kg/ha; T3.- 10,91 kg/ha; T4.- 12,73 kg/ha y T5.- testigo), las aplicaciones se realizaron al suelo a los 25 y 40 días después de la siembra. Con el tratamiento T3 se obtuvo los mejores resultados en las variables altura de planta 117,60cm a los 45 días; números de grano por panícula 173,40; porcentaje de granos llenos/vanos; peso de mil granos 27,18 y el mayor rendimiento 7 071,71 kg/ha-1. Con la aplicación de algas marinas se logra incrementar los rendimientos del cultivo de arroz en la zona de Babahoyo. De acuerdo con Ccahuana (2024) en su estudio analizó el uso de concentrados y extractos de algas marinas como estimulantes vegetales en

diversos cultivos, enfocado en mitigar el impacto del estrés abiótico, causado por factores como clima adverso, salinidad del suelo o riego deficiente, que limitan el rendimiento de las plantas. A través de ensayos realizados con datos de algas marinas, se evaluaron mejoras en variables como altura, brotes, desarrollo radicular y productividad, destacándose el potencial de las algas pardas (*Fucus spp.*, *Laminaria spp.*, *Ascophyllum nodosum*, entre otras) usadas en la agricultura. Con más de 25,000 especies de algas marinas identificadas, se anticipa que su uso puede ofrecer beneficios significativos en la optimización del desarrollo y producción agrícola. En conclusión, los fertilizantes orgánicos contribuyeron significativamente al desarrollo de las plantas. Se aconseja el empleo de (Algas + Aminoácidos + NPK), para potenciar la rentabilidad de las cosechas del cultivo de pimiento.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Una vez analizados los datos de esta investigación, se puede concluir lo siguiente: En cuanto a la variable altura de planta a los 15 días, altura de planta a los 30 días, altura de planta a los 45 días, días a la floración, número de frutos por planta y peso de frutos, según el primer objetivo específico, el tratamiento T3 (Algas + Aminoácidos + NPK) fue el mejor tratamiento; seguido de T1 (Aminoácidos+ N-P-K). El tratamiento promedio más bajo fue T5 (Testigo Absoluto) para estas variables.

En cuanto al rendimiento del cultivo, el tratamiento T3 (Algas + Aminoácidos + NPK) fue el mejor tratamiento, con un valor de 14130.00 kg/ha; seguido de T1 (Aminoácidos+ N-P-K) con un valor de 11362.50 kg/ha. El tratamiento promedio más bajo fue T5 (Testigo Absoluto) con 6300.00 kg/ha en el rendimiento del cultivo de pimiento.

Finalmente, se realizó un análisis económico. Según los datos de los rendimientos en cada tratamiento y con la relación beneficio/costo se logró demostrar que el tratamiento que predominó en el estudio fue el T3 (Algas + Aminoácidos + NPK), con un beneficio/costo de 2.03; lo que significa que por cada dólar invertido se generó una ganancia de 1.03 dólares; seguido por T1 (Aminoácidos+ N-P-K), con un valor de 1.52 dólares con un retorno de 0.52 dólares; seguido por T4 (Testigo convencional + NPK), con un valor de 1.37 dólares con un retorno de 0.37 dólares y por último el T5 (Testigo Absoluto) con un valor de 1.02 dólares con un retorno de 0.2 dólares, siendo el menor promedio entre tratamientos.

En conclusión, el uso de la combinación de Algas + Aminoácidos + NPK aumenta significativamente la productividad del cultivo de pimiento.

6.2 Recomendaciones

De acuerdo con esta investigación, se recomienda lo siguiente:

Es crucial llevar a cabo estudios sobre diferentes concentraciones de algas, aminoácidos y NPK para identificar las combinaciones más efectivas en términos de rendimiento y salud del cultivo, ajustándolas a las necesidades específicas del suelo y clima.

Explorar una gama más amplia de variables a medir como altura de planta, número de hojas, peso, longitud y diámetro de frutos, además de rendimiento total, para determinar el impacto integral de la fertilización combinada.

Se debe considerar parámetros de calidad como contenido de azúcar, acidez, firmeza y nutrientes esenciales en los frutos para determinar cómo la combinación de fertilizantes influye en las propiedades organolépticas y nutricionales.

Analizar cambios en la fotosíntesis, contenido de clorofila, actividad antioxidante y desarrollo radicular para entender los mecanismos fisiológicos involucrados en la respuesta del pimiento a esta combinación.

Realizar análisis económicos para determinar la viabilidad de la fertilización combinada, considerando costos de insumos, incrementos en el rendimiento y mejoras en la calidad del producto final.

Replicar los estudios en diversas regiones con diferentes tipos de suelo, clima y manejo agrícola, para evaluar la efectividad y adaptabilidad de la combinación de algas, aminoácidos y NPK en distintos contextos.

Basado en los resultados de esta investigación, donde el tratamiento más efectivo fue el T3 (Algas + Aminoácidos + NPK), por lo cual, se recomienda su empleo como método nutricional para el cultivo de pimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, J. J. M., & Veintimilla, A. C. A. (2022). *Efecto de algas marinas como fertilizante para el cultivo de arroz (Oryza sativa L) en Babahoyo, Ecuador. ECOAgropecuaria. Revista Científica Ecológica Agropecuaria, 1(2), 6-12.*
- Arias, N. (2019). Características edafoclimáticas. Humedad relativa para el desarrollo agronómico del cultivo de pimiento. <https://www.coursehero.com/file/p2a22cob/HUMEDAD-La-coincidencia-de-altas-temperaturas-y-baja-humedad-relativa-puede/>
- Armijos, E. (2020). Estudios realizados con tratamientos a base de algas. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-8897
- Arreaga, M. (2019). Origen y distribución del pimiento. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S10102752201300010005#:~:text=El%20pimiento%20\(Capsicum%20annuum%20L,como%20piment%C3%B3n%20y%20en%20conserva.](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S10102752201300010005#:~:text=El%20pimiento%20(Capsicum%20annuum%20L,como%20piment%C3%B3n%20y%20en%20conserva.)
- Asamblea Nacional de la Republica del Ecuador. (2016). Ley Organica de tierras rurales y territorios ancestrales. Quito: Editora Nacional.
- Casafe. (2022). Requerimientos del cultivo de pimiento. <https://www.casafe.org/siembra-del-cultivo-de-pimiento/>
- Cárdenas, O. (2023). Morfología de hojas en pimiento. https://www5.uva.es/guia_docente/backup/2013/446/42109/1/Documento8.pdf
- Ccahuana Cordova, F. (2024). Aplicación de concentrados y extractos a base de algas marinas como estimulantes vegetales.
- Cerrufo, M. (2022). Origen y domesticación del pimiento. <https://www.unex.es/conoce-la-uex/centros/eia/archivos/iag/2015/2015-14-historias-de-plantas-ii-la-historia-del.pdf>
- Chica, B. (2023). Beneficio de las algas marinas. Son especies con elevado contenido en fibra que favorece el desarrollo agronómico. <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-104576/1.%20Materia%20org%C3%A1nica%20y%20actividad%20biol%C3%B3gica.pdf>

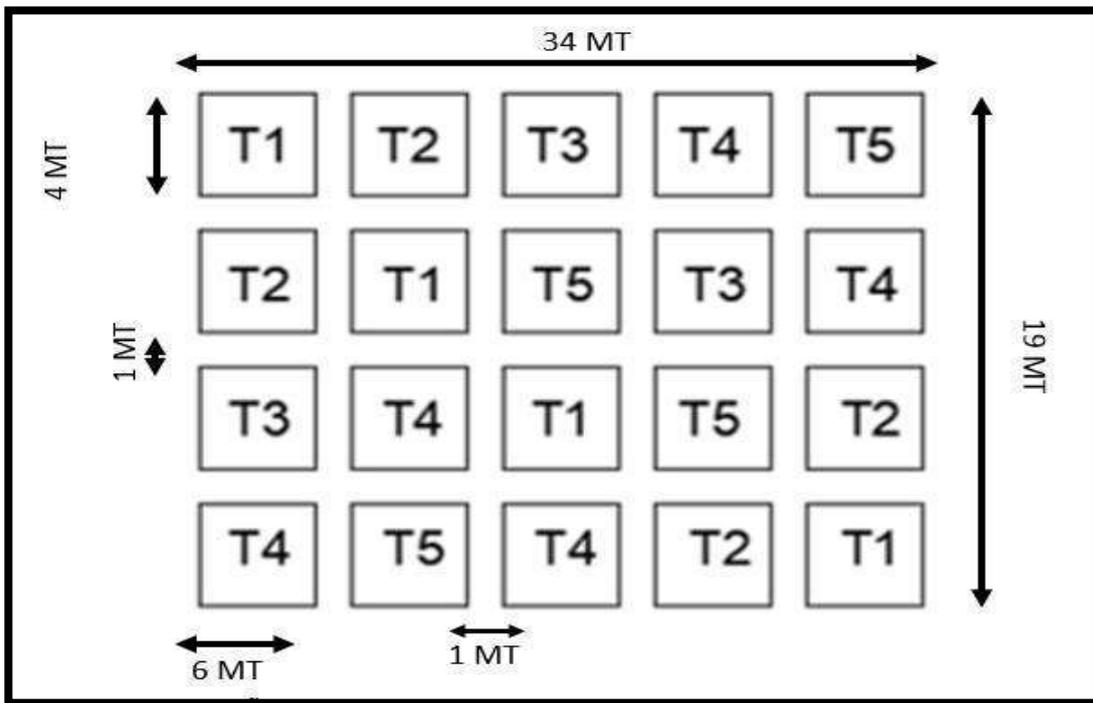
- Chiguano, N. (2022). Los rendimientos de pimiento en Ecuador. <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8646/1/UTC-PIM-000476.pdf>
- Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones. (2010). Artículo 57 y artículo 14. Quito: Asamblea Nacional. Ecuador.
- Corpoica, (2023). Características morfológicas del pimiento. Raíz. <https://es.studenta.com/content/135893790/76709-66337>
- Ecoterrazas. (2023). Descripción de flores de pimiento. <https://motrilturismo.com/es/productos~:text=Las%20flores%20aparecen%20solitarias%20en,y%20garantizar%20as%C3%AD%20la%20fecundaci%C3%>
- Falconez, M. (2020). Fertilización y cuidados de plantas con el sistema radicular sensible. <https://eos.com/es/blog/fertilidad-del-suelo/>
- González, H. (2020). Diversidad genética y morfológica del pimiento. https://conkal.tecnm.mx/images/POSGRADO_NEW/GEN_20ero%20del%20Carmen%20L%C3%B3pez%20C
- FAO. (2023). Comparación productiva del pimiento en Ecuador. <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC039985/>
- Hazael y Priet. (2019). Características del tallo del pimiento. <https://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/872/Anejo%206.%20Cultivo.pdf?sequence=8&isAllowed=y>
- Huaman, P. (2020). El uso de fertilizantes convencionales ocasiona problemas asociados a desequilibrios de nutrientes. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias_ambientales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf
- Ibañez, F. (2019). Descripción de la planta de pimiento. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6647/NR40853.pdf?sequence=8>
- Intagri, (2019). Aplicación edáfica y en fertirriego de algas marinas. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/uso-de-extractos-de-ascophyllumnodosum#:~:text=De%20acuerdo%20a%20sus%20presentaciones,en%20el%20riego%20por%20surcos.>
- Laverde Mena, C. G., & Muñoz Mendieta, J. M. (2021). *“Producción urbana del cultivo de pimiento (capsicum annum) con aplicación de abonos foliares y concentraciones de sustratos”* (Bachelor's thesis, Ecuador: La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).

- Loaiza, M. (2023). Extractos de algas marinas al follaje, las enzimas que contienen refuerzan las plantas sus defensas, su nutrición y su fisiología. https://universidadagricola.com/la-aplicacion-de-las-algas-marinas-para-la-fertilizacion-2/#google_vignette
- López, H. (2022). Materiales bioactivos naturales solubles en agua. https://www.ecorfan.org/proceedings/Proceedings_Ciencias_Agropecuarias_y_Biotecnologia_TI/Proceedings_Ciencias_Agropecuarias_y_Biotecnologia_TI_8.pdf
- Macias, B. (2020). Características de los frutos del pimiento. <https://fflugsa.tripod.com/pimiento.htm>
- Menendez, A. (2022). Propiedades nutricionales del pimiento. <https://www.cuerpomente.com/guia-alimentos/pimiento>
- Morales, R. (2021). *Aplicación de productos a base de algas marinas*. <https://gleba.com.ar/algas-para-estimular-el-desarrollo-del-maiz/>
- Ortiz, P. (2021). Extractos de algas marinas en la producción de pimiento. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/3517>
- Peralta, N. (2021). Características edafoclimáticas del pimiento. <https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea02s/ch17.htm>
- Robbies, L. (2020). Requerimientos luminicos del cultivo de pimiento. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/120/T-UTB-FACIAG-AGR-000030.03.pdf;jsessionid=3D5F64B65BDAF7C2211E1F59B1456EC4?sequence=10>
- Rodríguez, C. (2019). Aplicación de algas marinas para la fertilización. <https://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/la-aplicacion-de-las-algas-marinas-para-la-fertilizacion/?amp>
- Salazar, W. S., Pérez, J. E. M., & Coto, M. L. (2022). Aplicación foliar de extracto de algas y fertilizantes en pimiento (*Capsicum annum*). *Research journal of the Costa Rican Distance Education University: Cuadernos de Investigación UNED*, 14(2), 13.
- Salazar, W. (2023). Fertilización foliar con extractos de algas. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3428/1/40322.pdf>

- Siadén Peña, K. Z. S. (2024). Efecto de un bioestimulante de algas marinas sobre los niveles de ácido indol-3-acético en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) expuestas a estrés por cadmio.
- Tradecorp, (2019). Aminoácidos y agricultura. <https://tradecorp.mx/wp-content/uploads/2017/11/02-aminoacidos-1.pdf>
- Trichodex. (2019). Beneficios de los aminoácidos en las plantas. <https://www.fertiberia.com/beneficios-de-los-aminoacidos-en-las-plantas/>
- Van Staden, H. (2023). Extractos bioactivos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y la protección de las plantas. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2074-2020000400257
- Vargas, J. (2023). Beneficios de la aplicación de algas marinas en los cultivos. <https://sipcam.com.ar/news/beneficios-de-los-extractos-de-algas-en-los-cultivos-2>
- Yáñez, M. (2019). Biofertilizantes a base de extractos de algas. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2983>

ANEXOS

Figura 1. Croquis del estudio



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 2. Ubicación del área en estudio



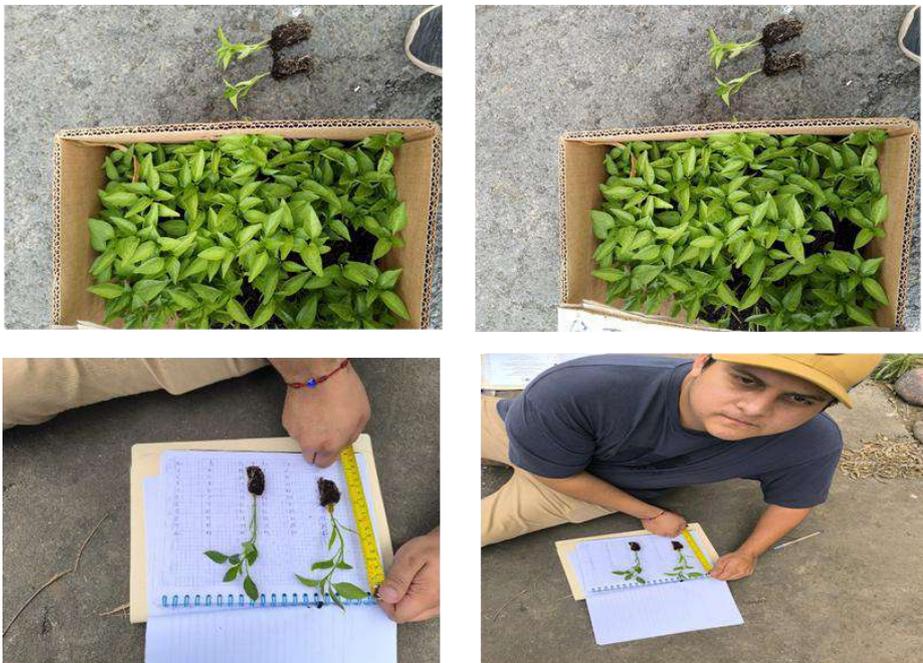
Elaborado por: Google Maps, 2025

Figura 3. Siembra



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 4. Medida de altura inicial



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 5. Aplicación de fertilizante NPK



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 6. Aplicación de insecticida neoprid para la mosca blanca



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 7. Aplicación de extracto de algas



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 8. Altura de planta 30 días



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 9. Altura de 45 días



Figura 10. Floración y toma de datos



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 11. Numero de frutos por plantas al azar



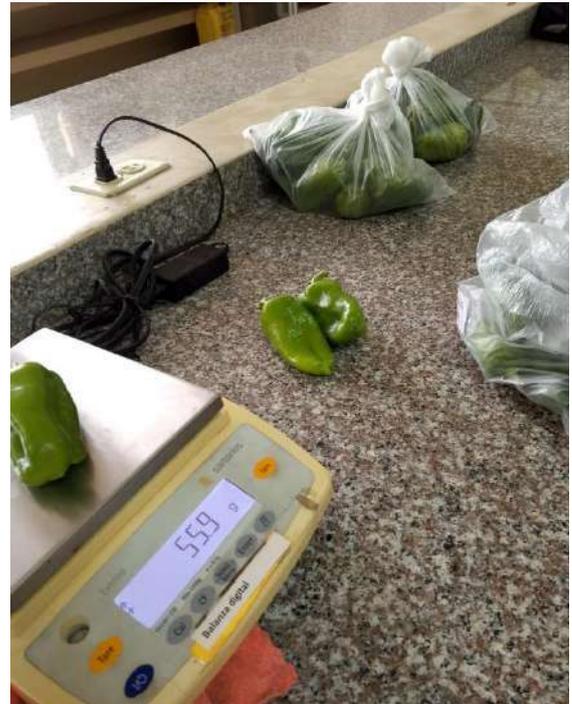
Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 12. Foto con tutor de tesis



Elaborado por: El Autor, 202

Figura 13. Peso del fruto



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 14. Peso por separado



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 15. Peso por planta



Elaborado por: El Autor, 2025

APÉNDICES

Tabla 13.

Análisis de la varianza altura plantas a los 15 días (cm)

Altura plantas a los 15 días (cm)

Figura 16. Aplicación de insecticida neoprid para la mosca blanca

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Altura plantas a los 15 dí.. | 20 | 0.99 | 0.98 | 3.17 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|-------|----|-------|--------|---------|
| Modelo | 44.35 | 7 | 6.34 | 126.71 | <0.0001 |
| Tratamientos | 44.20 | 4 | 11.05 | 221.00 | <0.0001 |
| Repeticiones | 0.15 | 3 | 0.05 | 1.00 | 0.4262 |
| Error | 0.60 | 12 | 0.05 | | |
| Total | 44.95 | 19 | | | |

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.50398

Error: 0.0500 gl: 12

| Tratamientos | Medias | n | E.E. |
|------------------------------|--------|---|--------|
| T5 (T. Absoluto) | 5.00 | 4 | 0.11 A |
| T2 (Algas marinas + Abono .. | 6.00 | 4 | 0.11 B |
| T4 (Testigo convencional+ .. | 7.00 | 4 | 0.11 C |
| T1 (Aminoácidos+ Abono com.. | 8.00 | 4 | 0.11 D |
| T3 (Algas + Aminoácidos + .. | 9.25 | 4 | 0.11 E |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.41987

Error: 0.0500 gl: 12

| Repeticiones | Medias | n | E.E. |
|--------------|--------|---|--------|
| 3 | 7.00 | 5 | 0.10 A |
| 2 | 7.00 | 5 | 0.10 A |
| 1 | 7.00 | 5 | 0.10 A |
| 4 | 7.20 | 5 | 0.10 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 14.

Análisis de la varianza altura plantas a los 30 días (cm)

Altura plantas a los 30 días (cm)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Altura plantas a los 30 dí.. | 20 | 0.98 | 0.97 | 5.02 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|--------|----|--------|--------|---------|
| Modelo | 412.15 | 7 | 58.88 | 80.29 | <0.0001 |
| Tratamientos | 409.20 | 4 | 102.30 | 139.50 | <0.0001 |
| Repeticiones | 2.95 | 3 | 0.98 | 1.34 | 0.3073 |
| Error | 8.80 | 12 | 0.73 | | |
| Total | 420.95 | 19 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.93009

Error: 0.7333 gl: 12

| Tratamientos | Medias | n | E.E. | |
|------------------------------|--------|---|------|---|
| T5 (T. Absoluto) | 9.50 | 4 | 0.43 | A |
| T2 (Algas marinas + Abono .. | 15.50 | 4 | 0.43 | B |
| T4 (Testigo convencional+ .. | 17.50 | 4 | 0.43 | C |
| T1 (Aminoácidos+ Abono com.. | 19.75 | 4 | 0.43 | D |
| T3 (Algas + Aminoácidos + .. | 23.00 | 4 | 0.43 | E |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.60796

Error: 0.7333 gl: 12

| Repeticiones | Medias | n | E.E. | |
|--------------|--------|---|------|---|
| 1 | 16.40 | 5 | 0.38 | A |
| 3 | 17.20 | 5 | 0.38 | A |
| 4 | 17.20 | 5 | 0.38 | A |
| 2 | 17.40 | 5 | 0.38 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 15.

Análisis de la varianza altura plantas a los 45 días (cm)

Altura plantas a los 45 días (cm)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Altura plantas a los 45 dí.. | 20 | 0.99 | 0.98 | 2.18 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | | |
|--------------|--------|----|------|--------|---------|--------|---------|
| Modelo | 926.20 | | 7 | 132.31 | | 165.39 | <0.0001 |
| Tratamientos | 922.80 | | 4 | 230.70 | | 288.38 | <0.0001 |
| Repeticiones | 3.40 | 3 | 1.13 | 1.42 | 0.2861 | | |
| Error | 9.60 | 12 | 0.80 | | | | |
| Total | 935.80 | | 19 | | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.01591

Error: 0.8000 gl: 12

| Tratamientos | Medias | n | E.E. | | | |
|------------------------------|--------|---|------|---|---|---|
| T5 (T. Absoluto) | 30.75 | 4 | 0.45 | A | | |
| T2 (Algas marinas + Abono .. | 36.00 | 4 | 0.45 | | B | |
| T4 (Testigo convencional+ .. | 43.25 | 4 | 0.45 | | | C |
| T1 (Aminoácidos+ Abono com.. | 46.25 | 4 | 0.45 | | | D |
| T3 (Algas + Aminoácidos + .. | 49.25 | 4 | 0.45 | | | E |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.67946

Error: 0.8000 gl: 12

| Repeticiones | Medias | n | E.E. | |
|--------------|--------|---|------|---|
| 3 | 40.60 | 5 | 0.40 | A |
| 1 | 40.80 | 5 | 0.40 | A |
| 2 | 41.40 | 5 | 0.40 | A |
| 4 | 41.60 | 5 | 0.40 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 16.

Análisis de la varianza días a la floración (d)

Días a la floración (d)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Días a la floración (d) | 20 | 0.98 | 0.97 | 1.54 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|--------|----|--------|--------|---------|
| Modelo | 599.75 | 7 | 85.68 | 91.80 | <0.0001 |
| Tratamientos | 599.20 | 4 | 149.80 | 160.50 | <0.0001 |
| Repeticiones | 0.55 | 3 | 0.18 | 0.20 | 0.8968 |
| Error | 11.20 | 12 | 0.93 | | |
| Total | 610.95 | 19 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.17743

Error: 0.9333 gl: 12

| Tratamientos | Medias | n | E.E. |
|------------------------------|--------|---|------|
| T3 (Algas + Aminoácidos + .. | 54.50 | 4 | 0.48 |
| T1 (Aminoácidos+ Abono com.. | 58.00 | 4 | 0.48 |
| T4 (Testigo convencional+ .. | 64.50 | 4 | 0.48 |
| T2 (Algas marinas + Abono .. | 66.50 | 4 | 0.48 |
| T5 (T. Absoluto) | 69.25 | 4 | 0.48 |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.81403

Error: 0.9333 gl: 12

| Repeticiones | Medias | n | E.E. |
|--------------|--------|---|------|
| 1 | 62.40 | 5 | 0.43 |
| 3 | 62.40 | 5 | 0.43 |
| 2 | 62.60 | 5 | 0.43 |
| 4 | 62.80 | 5 | 0.43 |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 17.

Análisis de la varianza frutos por planta (n)

Frutos por planta (n)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-----------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Frutos por planta (n) | 20 | 0.98 | 0.97 | 5.12 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|-------|----|-------|--------|---------|
| Modelo | 49.65 | 7 | 7.09 | 94.57 | <0.0001 |
| Tratamientos | 46.30 | 4 | 11.58 | 154.33 | <0.0001 |
| Repeticiones | 3.35 | 3 | 1.12 | 14.89 | 0.0002 |
| Error | 0.90 | 12 | 0.08 | | |
| Total | 50.55 | 19 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.61724

Error: 0.0750 gl: 12

| Tratamientos | Medias | n | E.E. |
|------------------------------|--------|---|------|
| T5 (T. Absoluto) | 3.25 | 4 | 0.14 |
| T2 (Algas marinas + Abono .. | 4.25 | 4 | 0.14 |
| T4 (Testigo convencional+ .. | 5.25 | 4 | 0.14 |
| T1 (Aminoácidos+ Abono com.. | 6.50 | 4 | 0.14 |
| T3 (Algas + Aminoácidos + .. | 7.50 | 4 | 0.14 |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.51423

Error: 0.0750 gl: 12

| Repeticiones | Medias | n | E.E. |
|--------------|--------|---|------|
| 4 | 5.00 | 5 | 0.12 |
| 2 | 5.00 | 5 | 0.12 |
| 3 | 5.40 | 5 | 0.12 |
| 1 | 6.00 | 5 | 0.12 |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 18.

Análisis de la varianza peso del fruto (g)

Peso del fruto (g)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Peso del fruto (g) | 20 | 0.99 | 0.99 | 0.43 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|--------|----|-------|--------|---------|
| Modelo | 173.75 | 7 | 24.82 | 248.21 | <0.0001 |
| Tratamientos | 173.20 | 4 | 43.30 | 433.00 | <0.0001 |
| Repeticiones | 0.55 | 3 | 0.18 | 1.83 | 0.1948 |
| Error | 1.20 | 12 | 0.10 | | |
| Total | 174.95 | 19 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.71273

Error: 0.1000 gl: 12

| Tratamientos | Medias | n | E.E. |
|------------------------------|--------|---|------|
| T5 (T. Absoluto) | 70.00 | 4 | 0.16 |
| T2 (Algas marinas + Abono .. | 72.00 | 4 | 0.16 |
| T4 (Testigo convencional+ .. | 74.00 | 4 | 0.16 |
| T1 (Aminoácidos+ Abono com.. | 75.75 | 4 | 0.16 |
| T3 (Algas + Aminoácidos + .. | 78.50 | 4 | 0.16 |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.59378

Error: 0.1000 gl: 12

| Repeticiones | Medias | n | E.E. |
|--------------|--------|---|------|
| 3 | 73.80 | 5 | 0.14 |
| 2 | 74.00 | 5 | 0.14 |
| 1 | 74.20 | 5 | 0.14 |
| 4 | 74.20 | 5 | 0.14 |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 19.

Análisis de la varianza rendimiento (kg/ha)

Rendimiento (kg/ha)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|---------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Rendimiento (kg/ha) | 20 | 1.00 | 1.00 | 0.54 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|--------------|----|-------------|----------|---------|
| Modelo | 142466355.00 | 7 | 20352336.43 | 7178.95 | <0.0001 |
| Tratamientos | 142451100.00 | 4 | 35612775.00 | 12561.83 | <0.0001 |
| Repeticiones | 15255.00 | 3 | 5085.00 | 1.79 | 0.2019 |
| Error | 34020.00 | 12 | 2835.00 | | |
| Total | 142500375.00 | 19 | | | |

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=120.00587

Error: 2835.0000 gl: 12

| Tratamientos | Medias | n | E.E. | | |
|------------------------------|----------|---|-------|---|--|
| T5 (T. Absoluto) | 6300.00 | 4 | 26.62 | A | |
| T2 (Algas marinas + Abono .. | 8640.00 | 4 | 26.62 | B | |
| T4 (Testigo convencional+ .. | 8880.00 | 4 | 26.62 | C | |
| T1 (Aminoácidos+ Abono com.. | 11362.50 | 4 | 26.62 | D | |
| T3 (Algas + Aminoácidos + .. | 14130.00 | 4 | 26.62 | E | |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=99.97750

Error: 2835.0000 gl: 12

| Repeticiones | Medias | n | E.E. | |
|--------------|---------|---|-------|---|
| 3 | 9822.00 | 5 | 23.81 | A |
| 2 | 9852.00 | 5 | 23.81 | A |
| 1 | 9888.00 | 5 | 23.81 | A |
| 4 | 9888.00 | 5 | 23.81 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)