

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Respuesta del cultivo de Fresa (*Fragaria sp*) a la aplicación de fertilización orgánica combinada con inorgánica, Centro Experimental “San Francisco” cantón San Pedro de Huaca”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
Título de ingeniero en Agropecuaria.

AUTOR: Quelal Noriega Ricardo Sebastián

TUTOR: Ing. Ortiz Tirado Paúl Santiago, MSc.

Tulcán, 2025

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Quelal Noriega Ricardo Sebastián con el número de cédula 0401832050 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Respuesta del cultivo de Fresa (*Fragaria sp*) a la aplicación de fertilización orgánica combinada con inorgánica, Centro Experimental San Francisco cantón San Pedro de Huaca".

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

Ing. Ortiz Tirado Paúl Santiago, MSc.

TUTOR

Tulcán, marzo de 2025

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Quelal Noriega Ricardo Sebastián con cédula de identidad número 0401832050, declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Quelal Noriega Ricardo Sebastián

AUTOR

Tulcán, marzo de 2025

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Quelal Noriega Ricardo Sebastián declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Respuesta del cultivo de Fresa (*Fragaria sp*) a la aplicación de fertilización orgánica combinada con inorgánica, Centro Experimental San Francisco cantón San Pedro de Huaca" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Quelal Noriega Ricardo Sebastián

AUTOR

Tulcán, marzo de 2025

AGRADECIMIENTO

A Dios, por bendecirme y darme la salud para poder afrontar esta etapa de vida universitaria.

A mis padres Luis Quelal y Pilar Noriega quienes han sido mi motor de vida y quienes con sus consejos, trabajo y esfuerzo estuvieron presentes.

A mi novia Evelin Vizcaíno quien fue mi apoyo en todo momento y siempre ha sido mi fortaleza.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por darme la oportunidad de estudiar y ser profesional.

A mi director de tesis, MSc Paul Ortiz con su conocimiento, su experiencia, su paciencia y motivación han hecho que culmine de mejor manera mi trabajo de investigación.

A mis profesores, que a través de toda mi carrera universitaria han sido quienes me han guiado para conseguir buenos conocimientos.

A cada uno de ustedes mi más profundo agradecimiento por su invaluable contribución en este camino universitario.

Ricardo Sebastián Quelal Noriega

DEDICATORIA

A Dios por permitirme llegar hasta este punto y darme sobre todo la salud para lograr mis objetivos.

A mis padres Luis Quelal y Pilar Noriega quienes con su gran esfuerzo me brindaron todo su apoyo.

A mi novia Evelin Vizcaíno, por brindarme todo su amor y por motivarme a seguir adelante.

Ricardo Sebastián Quelal Noriega

ÍNDICE

RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
I. EL PROBLEMA	17
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.3. JUSTIFICACIÓN	18
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	19
1.4.1. Objetivo General.....	19
1.4.2. Objetivos Específicos	19
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	19
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.2. MARCO TEÓRICO	21
2.2.1. El suelo y la nutrición vegetal	21
2.2.1.1. La fertilidad del suelo	22
2.2.2. La fertilización inorgánica.....	23
2.2.2.1. Ventajas.....	23
2.2.2.2. Desventajas.....	23
2.2.3. La fertilización orgánica	24
2.2.3.1. Ventajas.....	24
2.2.3.2. Desventajas.....	25
2.2.4. Cultivo de fresa.....	25
2.2.4.1. Requerimientos edafoclimáticos	26
2.2.4.2. Requerimientos nutricionales	26
2.2.4.3. Requerimientos de riego.....	27

2.2.4.4. Fitosanidad.....	27
2.2.4.4.1. Control químico biológico	28
2.2.4.4.2. Control de malezas.....	28
2.2.4.4.3. Control mecánico.....	29
2.2.4.4.4. Control químico.....	29
2.2.4.5. Fisiología del cultivo	30
2.2.4.5.1. Anatomía y morfología	30
2.2.4.5.2. Efecto de la temperatura	30
2.2.4.5.3. Interacción hormonal en la fresa	31
2.2.4.5.4. Cosecha y post – cosecha	32
III. METODOLOGÍA	33
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	33
3.1.1. Enfoque	33
3.1.2. Tipo de Investigación	33
3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER	33
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	34
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	35
3.4.1. Localización del experimento.....	35
3.5. Variables en estudio	36
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	36
3.6.1. Factores en estudio.....	36
3.6.2. Tratamientos para evaluar	36
3.6.3. Variables para evaluar	37
3.6.3.1. Número de Flores.....	37
3.6.3.2. Número de Frutas	38
3.6.3.3. Diámetro Polar	38
3.6.3.4. Diámetro Ecuatorial	38
3.6.3.5. Grados BRIX.....	38

3.6.3.6. Firmeza.....	38
3.6.3.7. Peso de fruta.....	38
3.6.3.8. Labores culturales.....	38
3.6.4. Manejo específico	39
3.6.5. Contraste de Hipótesis.....	41
3.6.6. Test de supuestos del análisis de varianza	41
3.7. RECURSOS.....	41
3.7.1. Materiales.....	41
3.7.2. Equipos	42
3.7.3. Sustancias.....	42
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
4.1. RESULTADOS	43
4.2. DISCUSIÓN	53
4.2.1. Análisis Económico.....	56
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1. CONCLUSIONES	58
5.2. RECOMENDACIONES.....	58
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
VII. ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la fresa (<i>Fragaria sp.</i>)	26
Tabla 2. Requerimientos edafoclimáticos de la fresa (<i>Fragaria sp.</i>)	26
Tabla 3. Requerimientos nutricionales del cultivo de fresa (<i>Fragaria sp.</i>)	26
Tabla 4. Efecto de la temperatura en la fresa (<i>Fragaria sp.</i>).....	31
Tabla 5. Definición y operacionalización de las variables.....	34
Tabla 6. Diseño de tratamientos.....	37
Tabla 7. Cuadro de ADEVA.....	41
Tabla 8. Contraste de hipótesis del modelo (DBCA)	41

Tabla 9. ADEVA consolidado por etapas para la variable número de flores ..	43
Tabla 10. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) consolidada por etapas para la variable número de flores.....	44
Tabla 11. ADEVA consolidado por etapas para la variable número de frutas	44
Tabla 12. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) consolidada por etapas para la variable número de frutas	45
Tabla 13. ADEVA consolidado por etapas para la variable diámetro polar (mm)	46
Tabla 14. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) consolidada por etapas para la variable diámetro. polar (mm)	46
Tabla 15. ADEVA consolidado por etapas para la variable diámetro ecuatorial (mm).....	47
Tabla 16. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) consolidada por etapas para la variable diámetro ecuatorial (mm).....	47
Tabla 17. ADEVA consolidado por etapas para la variable grados BRIX ($^{\circ}$)	48
Tabla 18. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) consolidada por etapas para la variable grados BRIX	49
Tabla 19. ADEVA consolidado por etapas para la variable firmeza (lb cm^{-2}) .	49
Tabla 20. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) consolidada por etapas para la variable firmeza (lb cm^{-2}).....	50
Tabla 21. ADEVA consolidado por etapas para la variable peso de fruta (g)	50
Tabla 22. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) consolidada por etapas para la variable peso de fruta (g)	51
Tabla 23. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) consolidada por variables de la investigación	52
Tabla 24. Análisis económico de la investigación.....	57
Tabla 25. Test Levene de homogeneidad de varianza consolidado de las variables con los Residuos Absolutos (RABS).....	70
Tabla 26. Test de normalidad de Shapiro Wilks modificado, consolidado de las variables.....	71
Tabla 27. Costos de producción del cultivo de Fresa.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología del fruto y planta de la fresa (<i>Fragaria sp</i>)	25
Figura 2. Diagrama morfológico de la fresa (<i>Fragaria sp.</i>)	30
Figura 3. Interacción hormonal en la fresa (<i>Fragaria sp.</i>)	32
Figura 4. Georreferenciación del sitio experimental	35
Figura 5. Disposición de los tratamientos en campo.....	39
Figura 6. Toma y registro de datos	40
Figura 7. Beneficio directo de los tratamientos implementados en la investigación.....	57
Figura 8. Potencial Hidrógeno.....	66
Figura 9. Conductividad Eléctrica.	67
Figura 10. Niveles de nutrientes mayores y menores en el suelo	68
Figura 11. Contenido de nutrientes en el Biol utilizados en la investigación	69
Figura 12. Área del ensayo.....	73
Figura 13. Unidades experimentales.....	73
Figura 14. Poda	73
Figura 15. Control Fitosanitario	73
Figura 16. Productos de los tratamientos utilizados	73
Figura 17. Nutrición	73
Figura 18. Etapas del cultivo	74
Figura 19. Instrumentos de toma de datos.....	74
Figura 20. Toma de datos	74
Figura 21. Cosecha de la fresa	74
Figura 22. Producto listo para su comercialización	74

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	64
Anexo 2. Certificado del resumen por parte de idiomas	65
Anexo 3. Relación del potencial Hidrógeno (pH) y conductividad eléctrica (CE) requerido por el cultivo con el que se encuentra en el suelo.....	66
Anexo 4. Niveles de nutrientes mayores y menores en el suelo.....	67
Anexo 5. Contenido de nutrientes en el Biol utilizados en la investigación.	69

Anexo 6. Test Levene de homogeneidad de varianza consolidado de las variables con los Residuos Absolutos (RABS).....	70
Anexo 7. Test de normalidad de Shapiro Wilks modificado, consolidado de las variables.....	71
Anexo 8. Costos de producción del cultivo de Fresa	72
Anexo 9. Evidencia fotográfica de la fase de campo.....	73

RESUMEN

La presente investigación, tuvo como objetivo evaluar la respuesta del cultivo de fresa (*Fragaria sp*) a la aplicación de fertilización orgánica en combinación con fertilización inorgánica. La investigación se realizó en campus San Francisco de la UPEC, cantón Huaca, provincia del Carchi, en un andisol franco arenoso. El enfoque de la investigación fue del tipo cuantitativo y experimental. Se evaluaron seis tratamientos, como resultado de la combinación de dos fuentes orgánicas biol (B) y extracto de algas marinas (AM) al 50 y 75%, y fertilización mineral (FQ) con macro y micronutrientes; al 25, 33, 50 y 100%. Las variables evaluadas fueron número de flores y frutas (n°), diámetro polar y ecuatorial (cm), grados Brix (°), firmeza de la fruta (lb cm⁻²), peso de fruta (g). Se dispuso la investigación en un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro repeticiones, en parcelas de 0.70 x 10 m y la toma de datos de diez plantas tomadas al azar (0.50m entre plantas y 0.25m entre hileras a tres – bolillo); considerando diez plantas como efecto de borde. Los resultados obtenidos, presentaron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, siendo el de mayor respuesta de las variables evaluadas, el tratamiento cuatro (algas marinas 75% y fertilización química 25%) y también con mayor respuesta de rentabilidad con 1.09 USD por cada dólar invertido. En conclusión, se puede decir, que el efecto combinado porcentual entre la fertilización orgánica e inorgánica resultó beneficioso para la productividad del cultivo y con ahorro de recursos económicos.

Palabras Claves: Cultivo de fresa, efecto, combinación, fertilización orgánica e inorgánica.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the response of the strawberry crop (*Fragaria sp.*) to the application of organic fertilization in combination with inorganic fertilization. The research was carried out at the San Francisco campus UPEC, Huaca canton, Carchi province, in a sandy loam andosol. The research approach was quantitative and experimental. Six treatments were evaluated, as a result, of the combination of two organic sources biofertilizer (B) and seaweed extract (SE) at 50 and 75 %, and mineral fertilization (MQ) with macro and micronutrients, at 25, 33, 50 and 100 %. The variables evaluated were number of flowers and fruits (n°), polar and equatorial diameter (cm), degrees Brix (°), fruit firmness (lb cm⁻²), fruit weight (g). The research was arranged in a randomized complete block design (RCBD) with four repetitions, in plots of 0.70 x 10 m and data collection from ten plants taken at random (0.50m between plants and 0.25m between three-row rows); considering ten plants as an edge effect. The results obtained presented significant differences between the means of the treatments, with the one with the highest response of the variables evaluated, treatment four (seaweed 75% and chemical fertilization 25%) and also with the highest profitability response with 1.09 USD for each dollar invested. In conclusion, it can be said that the combined percentage effect between organic and inorganic fertilization was beneficial for crop productivity and saved economic resources.

Keywords: Strawberry cultivation, effect, combination, organic and inorganic fertilization.

INTRODUCCIÓN

El manejo de la fertilización es fundamental para el mantenimiento del cultivo, porque de este depende la productividad, así como, de la sostenibilidad y sustentabilidad económica, del sistema productivo, por lo tanto, es fundamental el conocimiento de nuestra unidad productiva, en los aspectos físicos, químicos y biológicos (microbiota), para la toma de decisiones.

El plan de manejo del cultivo, contempla todos los aspectos agronómicos del cultivo, como el conocimiento de las características edafológicas del suelo, en los aspectos de la disponibilidad de los macro y micronutrientes que dependen del pH y la conductividad eléctrica del suelo, cuyos rangos adecuados favorecen el crecimiento y desarrollo normal del cultivo, así como, de las características climatológicas, que pueden convertirse en limitantes de la productividad (Porta-Casanellas et al., 2019).

Es importante considerar, que la planta no puede reconocer la fuente de los nutrientes absorbidos, sean estos, de origen orgánico o inorgánico, sino que, en la zona de actividad de la raíz, la planta adecúa las condiciones físico – químicas del entorno radicular, para poder absorber los nutrientes disponibles en la solución del suelo sin discriminación alguna, mediante los procesos físico – químicos de difusión, flujo de masas e interceptación radicular ayudado por los microorganismos del suelo (Bauke et al., 2022).

En este contexto, se deben considerar las limitaciones de la fertilización orgánica como inorgánica, en el caso de la orgánica, las dosis recomendadas técnicamente, son considerablemente altas para tratar de dotar los nutrientes necesarios para el cultivo, por lo cual, no son viables económicamente, mientras que la inorgánica demanda alto grado de inversión y sumado a esto el mal uso por parte del productor en cuanto a las sobre dosificaciones que provocan un impacto ambiental considerable.

Mientras tanto, en la parte económica, es importante para la toma de decisiones, la fuente u origen de estos nutrientes, para la formulación de un plan de fertilización que contemple tanto la fertilización de origen orgánica o inorgánica y se encuentre

acorde a las condiciones del lugar o sitio de producción del cultivo, esto se refiere a la disponibilidad de los materiales en la unidad productiva; para la elaboración de los bio insumos, así como, de la disponibilidad de los productos o agroinsumos de origen inorgánico en el mercado local; optimizando los recursos económicos (González-Salas et al., 2021).

En este contexto, para el caso del productor, en el aspecto económico del sistema productivo es importante considerar las fuentes de origen de los nutrientes utilizados, con la finalidad de optimizar los recursos disponibles en la unidad productiva, así como, de los recursos económicos, con los que cuenta el productor, esto se refiere, a todos a los costos involucrados en el sistema productivo, con el propósito de obtener un beneficio económico (Thompson y Troeh, 2021).

Por lo tanto, este trabajo de investigación pretende, observar el efecto de la combinación de fuentes orgánicas e inorgánicas específicas de nutrientes, a diferentes proporciones en el cultivo de fresa (*Fragaria sp.*), para poder buscar, a través de la inferencia estadística diferencias significativas entre los tratamientos previamente establecidos, así como, de la optimización de los recursos, a través del análisis económico correspondiente.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hay un fuerte debate en el mantenimiento de cultivos en cuanto al manejo de la nutrición a nivel de campo, las posiciones de los productores a nivel global se encuentran muy dispersas, debido a la evidencia encontrada a nivel científico por pares, de las ventajas y desventajas de la fertilización orgánica e inorgánica y más aún cuando en la actualidad, se considera importante y prioritario considerar los efectos del cambio climático y de las acciones emprendidas para poder combatirlo.

Evidencia científica mantiene las posiciones de los estudiosos del tema, por una parte, los que defienden la fertilización orgánica en contra los que defienden la fertilización mineral y a la vez posiciones centrales, que recomiendan la utilización tanto de la fertilización orgánica como inorgánica por sus beneficios evidenciados, que enfoca en lo que se conoce como manejo integrado de los nutrientes en el cultivo (García-Bandala, 2019).

Las ventajas y desventajas de la elección entre la fertilización orgánica e inorgánica se centran en el uso y manejo de estas dos fuentes de manera independiente. En cuanto a la fertilización orgánica, se puede decir, que este tipo de fertilización demanda de altas cantidades en volumen y peso; dependiendo de la fuente, para poder cumplir con los requerimientos del cultivo, lo cual económicamente se convierte en no viable, pero los beneficios obtenidos se centran en la calidad de la microbiota benéfica para el suelo, al mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas que son aprovechadas por el cultivo (Solis y Tobar, 2023). En cambio, la fertilización química por las evidencias en campo, ha demostrado ser más eficiente en la nutrición del cultivo por unidad de nutriente, pero los costos involucrados en su implementación son altos y también por el impacto ambiental producido, debido al mal uso por parte del productor cuando sobredosisifica por desconocimiento (Ayvar-Serna et al., 2020).

Por lo tanto, la evidencia en el campo agrícola, se expresa en los problemas que percibe el productor al tratar de elegir las opciones de fertilización, sea orgánica

como inorgánica para su cultivo, al no encontrar el equilibrio, sobre la elección total o parcial del uso de un plan de fertilización orgánica o inorgánica, que pueda dar un resultado beneficioso para el desarrollo adecuado del cultivo y el de encontrar el equilibrio en la inversión que le permita el ahorro de recursos económicos y obtener los beneficios, así como, de la rentabilidad del mismo.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El desconocimiento en el uso y equilibrio entre la fertilización orgánica y química no permite la optimización de los recursos económicos, así como, de la nutrición eficiente del cultivo de fresa (*Fragaria sp*).

1.3. JUSTIFICACIÓN

Las posiciones entre los productores que apoyan la fertilización orgánica y la fertilización química son diversas, pero las investigaciones han demostrado los beneficios de cada tipo de fertilización. Por lo tanto, la elección entre la fertilización orgánica o inorgánica se centra en el uso y manejo adecuado de estas dos fuentes.

En cuanto a la fertilización orgánica, posee ventajas puntuales, que se centran en el contenido de microbiota benéfica, tanto para el suelo, como para el cultivo, también mejorando las propiedades físicas del suelo en la permeabilidad, aireación, capacidad de retener el agua y disminuyendo la compactación al formar agregados; mejorando la estructura del suelo (Estrada-Arellano et al., 2022).

Así mismo, diversas investigaciones en cuanto a la fertilización química han evidenciado las ventajas en su utilización, porque al trabajar con una fuente, una dosis, un sitio y época adecuadas, se pueden obtener respuesta en la productividad y superar en la brevedad posible, cualquier problema de deficiencia nutricional que se tenga en las diferentes etapas fenológicas del cultivo (Fixen, 2010).

En este contexto, el productor puede beneficiarse de las ventajas de la utilización de estas dos fuentes de fertilización, de manera equilibrada, para obtener respuestas productivas favorables, así como, en la optimización de los recursos biológicos y económicos de la unidad productiva (Neri-Paglianti et al., 2024).

Es por esto que este trabajo de investigación pretende, observar el efecto de la combinación de fuentes orgánicas e inorgánicas específicas de nutrientes, en diferentes proporciones para el cultivo de fresa (*Fragaria sp*), para poder buscar a través de la inferencia estadística diferencias significativas entre los tratamientos

previamente establecidos y encontrar el equilibrio proporcional en el uso de estas dos fuentes, optimizando los recursos biológicos y económicos de la finca, tanto para la productividad del cultivo como de la inversión económica destinada al cultivo, para la toma de decisiones; justificándose así este tipo de investigación.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la respuesta del cultivo de Fresa (*Fragaria sp*) a la aplicación de fertilización orgánica combinada con inorgánica en el Centro Experimental San Francisco.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto en las características morfológicas del cultivo Fresa (*Fragaria sp.*) a la aplicación de fertilización orgánica en combinación con fertilización química a diferentes niveles.
- Evaluar la respuesta en la productividad del cultivo de Fresa (*Fragaria sp*) a la aplicación de la fertilización combinada.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos establecidos.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿El efecto en las características morfológicas del cultivo entre la fertilización orgánica e inorgánica, es mejor de manera independiente que combinada?
- ¿El efecto en la productividad del cultivo entre la fertilización orgánica e inorgánica, es mejor de manera independiente que combinada?
- ¿El efecto en las características morfológicas del cultivo entre la fertilización orgánica e inorgánica es mejor de manera equilibrada?
- ¿El efecto en la productividad del cultivo entre la fertilización orgánica e inorgánica es mejor de manera equilibrada?
- ¿Es viable el uso eficiente y ahorro de recursos económicos incrementando los niveles de fertilización orgánica en combinación fertilización inorgánica?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La importancia de conocer el avance científico en esta temática se comprende con las investigaciones referentes al tema de investigación; a continuación.

En una investigación realizada por Aupas-Narváez (2023) sobre la "Evaluación de tres bio insumos, enriquecidos con micorrizas en el cultivo de fresa (*Fragaria sp*) variedad Albión en la finca San Francisco, cantón Huaca", el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de tres bio insumos a base de micorrizas en el cultivo de fresa (*Fragaria sp.*), variedad Albión. Los tratamientos fueron vermicompost (250 g planta⁻¹), biol (176 ml Biol L⁻¹ H₂O a razón de 18.5 ml planta⁻¹), humus líquido (18.5 ml planta⁻¹), vermicompost más micorrizas (10 g planta⁻¹), biol más micorrizas y humus líquido más micorrizas. El enfoque fue del tipo cuantitativo, la investigación fue del tipo experimental. El ensayo estuvo conformado por 6 tratamientos, con cuatro repeticiones, con un total de 24 unidades experimentales. El diseño experimental, fue dispuesto en bloques completos al azar (DBCA). Los resultados obtenidos, para la variable altura de planta, se destacó de manera significativa ($p - \text{valor} \leq 0.05$) el tratamiento con humus líquido, con una altura de planta de 12.65 cm. En cuanto a las variables pH, grados Brix, peso y longitud de la fruta, resultaron no significativas ($p - \text{valor} \geq 0.05$). En cuanto a la productividad, el tratamiento que se destacó fue el de vermicompost con 80.60 kg m⁻², resultante de cuatro meses de cosecha. Se puede concluir que los bio insumos manejados técnicamente, pueden ayudar a obtener una productividad aceptable y que puede ser mejorada.

En una investigación realizada por García-Castellanos et al. (2019) sobre "Combinación de fertilización orgánica, inorgánica y hongos micorrízicos para mejorar calidad de los frutos de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*)". El objetivo de la investigación fue determinar el efecto combinado de fertilización orgánica, inorgánica y hongos micorrízicos en cultivo de fresa. El enfoque fue cuantitativo, el diseño experimental fue dispuesto en bloques completos al azar (DBCA) en arreglo factorial 3 x 6. Los tratamientos fueron Químico, Químico-Orgánico 1°, Orgánico 1°, Químico-Orgánico 2°. Orgánico 2°, y Químico-Micorriza 3°, aplicado cada uno en tres

plantas. Los resultados obtenidos se determinaron al cosechar las tres plantas, identificando el estado fenológico de $\frac{3}{4}$ de color rojo de la fruta, las cuales fueron analizadas en laboratorio, cuyas variables determinadas fueron niveles de N, P, K y Ca, contenido de vitamina C, acidez titulable (AT), sólidos solubles totales (SST), relación SST / AT y biomasa de la fruta. Los frutos que resultaron del tratamiento de fertilización orgánica, presentaron de manera significativa ($p - \text{valor} \leq 0.05$), contenidos mayores de N y P, el porcentaje de SST y la relación SST / AT, fue mayor en los frutos del tratamiento orgánico, el tratamiento de fertilización orgánica con micorrizas, resultó en contenidos mayores de K y Ca, así como, en la firmeza de la fruta, la combinación orgánica e inorgánica, favoreció a las dimensiones del tamaño de fruta y complementando, la AT y contenido de vitamina C, resultaron no significativas ($p - \text{valor} \geq 0.05$). Por lo tanto, se puede concluir que tanto los tratamientos con fertilización orgánica como inorgánica, favorecen fisiológicamente a la calidad de la fruta y se pueden aprovechar sus beneficios.

En una investigación realizada por Mipaz-Yandún (2019) sobre "Evaluación de la fertilización orgánica e inorgánica utilizando dos tipos de acolchado en el cultivo de fresa (*Fragaria sp*) en las variedades Albión y Monterrey en la vereda Guacán, del municipio de Ipiales, Colombia". El objetivo de la investigación fue evaluar fertilización orgánica e inorgánica en cultivo de fresa a campo abierto con dos tipos de acolchado. El enfoque fue cuantitativo, el diseño experimental fue dispuesto en bloques completos al azar (DBCA) con 12 tratamientos, tres repeticiones, en arreglo factorial $2 \times 3 \times 2$. El factor uno fue variedades de fresa (Albión y Monterrey), Factor dos fue tres tipos de fertilización orgánica (cascarilla de arroz, bocashi y compost bovino) y el factor tres fue los tipos de acolchado (plástico y cascarilla de arroz), dando un total de 36 unidades experimentales, resultado de la interacción de los factores en estudio. Los resultados obtenidos fueron en cuanto al mejor tratamiento se obtuvo con la variedad Albión + acolchado con cascarilla + fertilización con bocashi con una productividad de $16.443 \text{ kg tratamiento}^{-1}$ y $0.27 \text{ kg planta}^{-1}$.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. El suelo y la nutrición vegetal

Existen muchas conceptualizaciones y definiciones del suelo, que han ido cambiando conforme el avance de la ciencia y las investigaciones a nivel mundial sobre el tema, que han aportado para la consolidación de su definición actual, por lo tanto, se

puede decir que el suelo es la composición fundamental y natural que ocupa un espacio finito en el ambiente, que está constituido por agua, aire, minerales, materia orgánica, macro y microorganismos, que desempeñan un rol fundamental en procesos continuos del tipo abiótico y biótico y también en el ciclo biogeoquímico de los elementos (Hartemink, 2016).

2.2.1.1. La fertilidad del suelo

La fertilidad del suelo es una de las cualidades que resultan de la interacción entre las características biológicas, químicas y físicas, de las cuales depende el suministro de las condiciones básicas y necesarias para el desarrollo normal de los cultivos. La fertilidad de un suelo es clave para que un suelo pueda ser productivo, pero se debe considerar que, un suelo fértil, no necesariamente debe ser al mismo tiempo productivo; factores como la sequía, mal drenaje, plagas, entre otros factores, pueden limitar la producción (Santillano-Cázares et al., 2019).

De acuerdo con Thompson y Troeh (2021) entre los factores que afectan la productividad del suelo, se encuentran los siguientes:

- Profundidad del suelo, que corresponde a la profundidad donde se acumula el material que favorece la penetración de las raíces de las plantas.
- Pendiente de la superficie del suelo, que corresponde a la inclinación en porcentaje, esta condiciona los niveles de escorrentía y erosión, como también, determina el método de riego y drenaje a utilizar, así también, las medidas de conservación y las prácticas de manejo pertinentes; para la preservación del suelo y el agua.
- Organismos del suelo, esto corresponde tanto a los microorganismos como hongos, nematodos y bacterias, así como, a los macroorganismos, siendo los más importantes mencionar a las lombrices y larvas de insectos, que ayudan a la descomposición de los residuos orgánicos, pero también existen los micro y macroorganismos que provocan efectos negativos, tanto en la planta como en el suelo.
- Balance nutricional, esto es clave para la fertilidad del suelo, porque dependiendo de las características físicas, químicas y biológicas presentes en el suelo, los nutrientes necesarios para el desarrollo y crecimiento de los cultivos; pueden estar disponibles o no, pero esto incide directamente sobre la productividad del cultivo.

2.2.2. La fertilización inorgánica

La fertilización inorgánica o mineral, es una de las prácticas fundamentales, e incluso prioritaria, cuando los nutrientes específicos que necesita el cultivo, no se encuentran disponibles en la solución del suelo, por lo tanto, se recurre a esta práctica, en la cual se dota de los nutrientes específicos. Pero la dotación de los nutrientes se encuentra condicionada, por las características físicas, químicas y biológicas del suelo, como el pH, la conductividad eléctrica; entre las más importantes (Barrantes et al., 2019).

Recomendación(ml): 500 ml (Fertilización química) por 100 litros de agua

- 50%: 250 ml fertilización química.
- 25%: 125 ml fertilización química.
- 33%: 165 ml fertilización química.

Recomendaciones del fabricante casa comercial.

2.2.2.1. Ventajas

De acuerdo con Barrantes et al. (2019) diferentes investigadores en nutrición de vegetal, resaltan las ventajas de la fertilización inorgánica, para esto se destaca lo expuesto por Navarro-García (2023) dentro de las ventajas de la fertilización inorgánica o mineral, se encuentran las siguientes:

- Obtención de resultados en el corto plazo.
- Mejoran la salud de las plantas en el corto plazo.
- Respuesta a problemas críticos del cultivo.
- Ajustan las propiedades físico – químicas del suelo
- Incremento de la producción en las cosechas.
- Capacidad de adecuarse a necesidades específicas.

2.2.2.2. Desventajas

De acuerdo con Barrantes et al. (2019) dentro de las desventajas los investigadores han reportado varios problemas, más bien enfocados al mal uso por lo expuesto por Navarro-García (2023) dentro de las desventajas del uso de la fertilización química o mineral, se encuentran:

- Degradación del suelo por el mal uso.
- Demanda de altos costos de inversión.
- Contaminación de las aguas del tipo subterráneas.

- Quemaduras del cultivo por sobredosis o sobre fertilización.

2.2.3. La fertilización orgánica

La fertilización orgánica corresponde a todo material de origen orgánico, que, dependiendo de su origen y características físicas, químicas y biológicas, puede dotar al cultivo de nutrientes, conforme sea intervenida por los micro y macroorganismos al descomponerla. Es decir, que necesita de la intervención necesaria de los micro y macroorganismos, para que, los nutrientes se encuentren disponibles y ser asimilados por el sistema radicular (Peñaloza Monroy et al., 2019).

Recomendación: 25 litros (biol) por 100 litros de agua

- 50%: 12.50 litros biol
- 75%: 18.75 litros biol
- 33%: 8.25 litros biol

Recomendación: 500 ml (Extracto de algas marinas) por 100 litros de agua

- 50%: 250 ml Extracto de algas marinas
- 75%: 375 ml Extracto de algas marinas
- 33%: 165 ml Extracto de algas marinas

Recomendaciones del fabricante casa comercial.

2.2.3.1. Ventajas

Diferentes investigadores en nutrición de vegetal, resaltan las ventajas de la fertilización orgánica, para esto se destaca lo expuesto por Pulido-Araque y Rincón-Luque (2024) dentro de las ventajas de la fertilización orgánica o mineral, se encuentran las siguientes:

- Incrementan la cantidad de nutrientes del suelo.
- Son mayormente amigables con el medio ambiente.
- No se produce residualidad tóxica en los productos agrícolas.
- Mejoran la fertilidad del suelo.
- Incrementan la microbiota benéfica del suelo.
- Disminuye el riesgo de sobre fertilización.
- No tienen riesgos potenciales de contaminación del agua.
- Mejoran la retención de humedad del suelo.

2.2.3.2. Desventajas

Diferentes investigadores en nutrición de vegetal, resaltan las desventajas de la fertilización orgánica, para esto se destaca lo expuesto por Pulido-Araque y Rincón-Luque (2024) dentro de las desventajas de la fertilización orgánica, se encuentran las siguientes:

- La liberación de nutrientes es lenta, cuando la necesidad del cultivo es alta.
- La eficiencia se reduce en suelos salinos.
- Puede convertirse en un potencial acumulativo de metales pesados.
- Mano de obra intensiva para su aplicación.
- Se necesitan de grandes cantidades para compensar las necesidades del cultivo; resultando inviable económicamente.
- Puede ser fuente de patógenos, cuando no es tratado o compostado previamente.

2.2.4. Cultivo de fresa

Primeramente la fresa es un tipo de fruto eterio (poli aquenio), es decir, que es un fruto (Figura 1 y Tabla 1), donde el tálamo se desarrolla durante la maduración, constituyéndose en un cuerpo carnosos del tipo comestible, de color rojo, de forma cónica, sobre el cual se desarrollan los aquenios (Mipaz-Yandún, 2019).



Figura 1. Morfología del fruto y planta de la fresa (*Fragaria sp*)
Fuente: Mipaz-Yandún (2019)

Tabla 1. Taxonomía de la fresa (*Fragaria sp.*)

Taxonomía	Descripción
Reino	Vegetal
División	Angiospermas
Clases	Dicotiledóneas
Familia	Rosáceas
Sub-familia	Rosioideas
Tribu	Potentiles
Género	Fragaria
Especie	Sp

Fuente: Mipaz-Yandún (2019)

2.2.4.1. Requerimientos edafoclimáticos

Dentro de los requerimientos edafoclimáticos, se describen a continuación, dentro de los cuales, se beneficia el desarrollo y crecimiento normal del cultivo (Tabla 2).

Tabla 2. Requerimientos edafoclimáticos de la fresa (*Fragaria sp.*)

Requerimiento	Descripción
Temperatura	12 – 20 °C
Textura del suelo	Franco arcilloso – Franco arenoso
pH	5.5 – 6.5
Conductividad eléctrica (CE)	1.0 – 1.8 dS m ⁻¹
Precipitación	700 a 900 mm anuales

Fuente: Mipaz-Yandún (2019)

2.2.4.2. Requerimientos nutricionales

Dentro de los requerimientos nutricionales del cultivo de fresa, a continuación, se detalla, considerando la cantidad de macronutrientes necesarios para el desarrollo y crecimiento adecuado, para una producción de 60 t ha⁻¹ de fresa (Tabla 3).

Tabla 3. Requerimientos nutricionales del cultivo de fresa (*Fragaria sp.*)

Nutriente	Cantidad (Kg ha⁻¹)
N	108 – 132
P ₂ O ₅	48 – 72
K ₂ O	150 – 210

Fuente: Undurraga y Vargas (2013)

2.2.4.3. Requerimientos de riego

Depende de las condiciones edafoclimáticas de la zona, en época de estiaje, se recomienda de dos a tres riegos semanales y en invierno se reduce la frecuencia a una o dependiendo de la precipitación. Considerando la precipitación el cultivo de la fresa necesita entre 700 a 900 mm anuales, para que no afecte el desarrollo y crecimiento normal del cultivo (Cacoango-Cuji, 2023).

2.2.4.4. Fitosanidad

De acuerdo con Cacoango-Cuji (2023) el cultivo de fresa se encuentra afectado por diferentes plagas y enfermedades, que pueden afectar desde leve a gravemente dependiendo de la plaga o enfermedad, su normal desarrollo y productividad.

Dentro de las principales enfermedades de la fresa se encuentran:

- Oídio cuyo agente causal es (*Sphaeroteca spp*), cuya característica principal es la presencia de un polvo blanco algodonado, que corresponde a los cuerpos de propagación del hongo, denominado esporas.
- Podredumbre gris donde su agente causal es (*Botrytis cinérea Pers*), donde su incidencia se produce tanto en campo como en post – cosecha, en campo ataca a los órganos florales y en post – cosecha al fruto, cuya característica principal es el recubrimiento de estos órganos con un polvo grisáceo.
- Mancha púrpura, producida por (*Mycosphaerella fragarie*), también denominada viruela, causada por alta humedad y temperatura entre 15 – 20 °C, se caracteriza por el apareamiento de manchas circulares de 2 a 3 mm de diámetro, de coloración roja oscura en las hojas y conforme avanza el tiempo de infección, estas manchas se vuelven de color púrpura.
- Antracnosis, producido por el agente causal (*Colletotrichum sp*), este hongo se ve beneficiado para su propagación por temperaturas elevadas entre los 20 – 30 °C y alta humedad, los síntomas característicos de esta enfermedad es la marchitez y un colapso general de la planta.
- En diferentes estadios de la planta puede también ser atacada por hongos del suelo como (*Penicillium sp*), (*Alternaria sp*), (*Cladosporium sp*), (*Pythium sp*), (*Rhizopus sp*), (*Rhizoctonia sp*), (*Phytophthora sp*), (*Fusarium sp*), entre los de mayor importancia, que producen podredumbres localizadas, tanto en la planta como en el fruto.

- Infección por bacterias, cuyo agente importante es (*Xanthomonas fragariae*), se produce cuando las temperaturas se encuentran entre los 20 °C, con la aparición de manchas translúcidas de aspecto aceitoso en el envés de las hojas de la planta.

Dentro de las principales plagas se encuentran:

- Araña roja cuyo nombre científico es (*Tetranychus urticae*), cuya infestación se ve favorecida por temperaturas altas entre los 30 °C, el haz de las hojas a lo largo de las nervaduras, cuyo ataque puede ser leve hasta severo que puede provocar la muerte.
- Trips el cual tiene como nombre científico es (*Frankliniella occidentalis*), este insecto ataca flores y frutos, provocando una necrosis prematura de los estambres, produciendo marchitez y muerte de la flor, así mismo, ataque al fruto provocando un bronceamiento, ablandamiento y caída.

2.2.4.4.1. Control químico biológico

De acuerdo con de la Cruz et al. (2023) para el control de enfermedades, se pueden utilizar moléculas de amplio espectro, que pueden controlar tanto bacterias como hongos, mediante sulfato de cobre pentahidratado a razón de un gramo por litro agua o dependiendo del grado de afectación, se puede elevar la dosis. Hay otras fuentes alternativas que se pueden utilizar y que son de fácil preparación y de manera artesanal, como es el caldo sulfocálcico, el caldo bordelés de los cuales se pueden obtener buenos resultados en el control, por su fácil uso y campo de acción denominado de amplio espectro en el control de hongos y bacterias. Para el control químico de plagas, puede utilizar moléculas que afecten al insecto en el sistema nervioso, inhibiendo la síntesis de la colinesterasa, como el Acephato, cuidando la dosis para que el impacto en el medio ambiente ni sea considerable (Lin et al., 2020).

2.2.4.4.2. Control de malezas

De acuerdo con González-Salas et al. (2021) el cultivo de la fresa por caracterizarse por ser un cultivo bianual y por las condiciones del mercado, los productores dejan pasar un año adicional, al menos una vez, sin poner atención al control permanente de malezas, siendo el sistema radicular de la fresa superficial, se convierte en una mala competidora frente a otras especies; especialmente posterior al establecimiento del cultivo, el efecto que provocan las malezas se detalla a continuación:

- Aumenta los costos de producción.
- Físicamente dan un mal aspecto a los clientes de cosecha directa.
- La eficiencia de la cosecha se ve limitada, porque no se cosechan los frutos en su totalidad, por la limitación visual de frutos ocultos por la maleza.
- Las malezas absorben de mejor manera los nutrientes aplicados o direccionados al cultivo de interés.
- Disminuyen la calidad de la fruta.
- Las malezas pueden ser vectores de enfermedades producidas por fitopatógenos y nematodos.
- Alteración de la humedad relativa; favoreciendo las condiciones para la proliferación de enfermedades.
- Competencia agresiva por espacio físico, nutrientes, luz y agua.

2.2.4.4.3. Control mecánico

De acuerdo con Rosado Hernández (2019) este tipo de control se hace a través de deshierbas manuales y periódicas, para proceder a compostarlas adecuadamente para poder reutilizarlas como abono, de igual manera el uso de guadaña para el control en caminos.

2.2.4.4.4. Control químico

De acuerdo con Marí-León et al. (2023) el control químico es una técnica que consiste en aplicar productos que permiten controlar o eliminar especies arvenses, en la práctica este método de control debe ser eficiente y óptimo, este se lo realiza con la utilización de moléculas de acuerdo con las circunstancias netas de campo y modos de acción, pueden ser del tipo selectivo y no selectivo, en el caso de no selectivo, este podría utilizarse antes del establecimiento del cultivo, para eliminar cualquier especie que podría afectar al desarrollo normal del cultivo por la competencia de nutrientes y en el caso de moléculas selectivas, depende de la etapa, sea emergente o post – emergente, que actúan sobre una determinada especie protegiendo al cultivo de interés.

Dentro de los herbicidas no selectivos los compuestos de común uso pueden ser Glifosato, Carfentrazone etil, Clethodim, Diquat, Paraquat y dentro de los herbicidas selectivos se encuentran: Fluazifop butil, Quizalofop etil, para gramíneas, así mismo, dependiendo de las etapas del cultivo se puede diferenciar entre pre – emergentes

Tabla 4. Efecto de la temperatura en la fresa (*Fragaria sp.*)

Temperatura (° C)	Consecuencias en la planta
2 – 5	Detención del crecimiento
0	Muerte de yemas florales
-1	Afecta la floración
-3	Daño total en flores
-12	Daños en la corona, muerte de plantas

Fuente: Brandán (2009)

2.2.4.5.3. Interacción hormonal en la fresa

Con respecto a la maduración del fruto, la fresa es considerada como un fruto del tipo no climatérico, por la ausencia de respuesta a un pico respiratorio, durante el proceso fisiológico de la maduración, pero el etileno en este proceso fisiológico muestra algunos efectos en la maduración del fruto; acelerando el desarrollo del color, pero no se encuentra aún considerada como la hormona fundamental para este proceso (Morales-Morales et al., 2019).

Estudios iniciales en esta temática, demostraron que el crecimiento del receptáculo, fisiológicamente es regulado por los aquenios, así, en la investigación al aplicar auxinas sintéticas en ausencia de los aquenios removidos, reestablece el crecimiento de los receptáculos, por lo tanto, los aquenios son la fuente natural del ácido indol – 3 – acético (Kirschbaum, 2022).

En otro tipo de estudios, se demostró que, al remover los aquenios intermedios entre frutos verdes, acelera el proceso fisiológico de la maduración, mientras que la aplicación sintética de ácido – naftalen – acético (ANA) inhibe la maduración (Figura 3). Por lo tanto, se puede decir que al producirse auxinas en los aquenios, tiene el efecto de inhibir la maduración en los frutos verdes o inmaduros y conforme avance el proceso fisiológico de maduración, los niveles de auxina bajan en los aquenios; regulando la maduración (Kirschbaum, 2022)

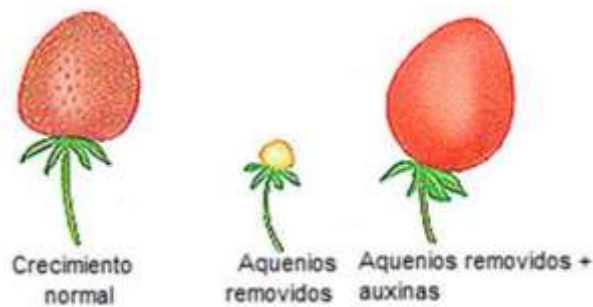


Figura 3. Interacción hormonal en la fresa (*Fragaria sp.*)
Fuente: Cocker (2014)

2.2.4.5.4. Cosecha y post – cosecha

De acuerdo con García-Castellanos et al. (2019) el índice de color es factor determinante al momento de la cosecha, el cual se detecta cuando los 2 tercios o tres cuartos del fruto se encuentre con la coloración roja característica; dependiendo de la variedad y también dependiente de la distancia a transportar y la temperatura presente.

La calidad del fruto es importante, considerando las condiciones mínimas para su transporte y almacenamiento, como frutas enteras y firmes, no sobre – maduras que hacen que la firmeza se vea afectada. Es importante considerar el grado de dulzor, que se monitorea mediante los grados BRIX, que se considera recomendable mayor a 7 grados, mientras más grados BRIX tenga, el fruto es más apto o favorece el agro – industrialización, en especial para la industria de los licores (García-Castellanos et al., 2019).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

El enfoque de la investigación, es del tipo cuantitativo, porque se utilizó el análisis de datos para poder contestar las preguntas de investigación y poder probar las hipótesis planteadas con antelación, así como, tener confiabilidad en la medición numérica, el conteo y en el uso de la estadística, para poder detectar patrones en la muestra (Hernández Sampieri et al., 2018).

3.1.2. Tipo de Investigación

La investigación es del tipo experimental, porque se manipularon las variables, para poder observar los efectos en las unidades experimentales y comprender los procesos causales (Ledyard, 2020).

3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER

La fertilización orgánica e inorgánica en combinación tienen efecto sobre la productividad del cultivo de fresa (*Fragaria sp.*).

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

En la Tabla 5 se observa la definición y operacionalización de las variables:

Tabla 5. Definición y operacionalización de las variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento	
Independiente	Dosis de fertilizante orgánico + inorgánico: T1. BIOL 50% + Fertilización Química 50% T2. BIOL 75% + Fertilización Química 25% T3. Algas Marinas 50% + Fertilización Química 50% T4. Algas Marinas 75% + Fertilización Química 25% T5. BIOL33% + Algas Marinas 33% + Fertilización Química 33% T6. Fertilización Química 100%	T1: 200 ml BIOL + 4.25 ml Fertilización química. T2: 300 ml BIOL + 2.1 ml Fertilización química. T3: 4.25 ml Algas Marinas + 4.25 ml Fertilización química. T4: 6.37 ml Algas Marinas + 2.1 ml Fertilización química. T5: 132 ml BIOL + 2.8 ml Algas Marinas + 2.8 ml Fertilización química. T6: 8.5 ml Fertilización química.	- Aspersión mecánica en drench.	- Bomba de fumigar. - Dosificador	
		Dosis de fertilizante orgánico e inorgánico			
Dependiente:	La variable respuesta a medir es:				
	Producción de fresa.	- N° de flores.	- Cantidad de flores por planta	- Conteo	- Registro manual de datos
		- N° de frutas.	- Cantidad de frutos por planta	- Conteo	- Registro manual de datos
		- Diámetro polar (mm).	- Diámetro polar del fruto expresado en (mm)	- Medición	- Calibrador Vernier
		- Diámetro ecuatorial (mm).	- Diámetro ecuatorial del fruto expresado en (mm)	- Medición	- Calibrador Vernier
		- Grados BRIX de fruta (°)	- Grados brix (°)	- Medición	- Refractómetro
		- Firmeza de fruta (Lb cm ⁻²).	- Firmeza del fruto expresado en Lb cm ⁻²	- Medición	- Penetrómetro
		- Peso de fruta (g).	- Peso de la fruta expresada en gramos	- Pesaje	- Balanza
- Costos de cada tratamiento (USD).		- Relación beneficio/costo	- Cálculo	- Inferencia econométrica	

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

El método utilizado es deductivo – inductivo, porque se parte de aseveraciones consideradas hipótesis, que buscan refutar las mismas hipótesis, con la deducción de conclusiones, que se confrontaron con los hechos de la investigación (Bastar, 2019).

3.4.1. Localización del experimento

La ubicación (Figura 4) del sitio experimental para la realización de la siguiente investigación se describe a continuación:

- Localidad: Campus San Francisco
- Cantón: Huaca – Tulcán
- Provincia: Carchi
- Coordenadas: UTM
- DATUM: WGS 84
- Zona: 18 N
- Norte (Y): 10068391.06 m N
- Este (X): 193816.17 m E



Figura 4. Georreferenciación del sitio experimental

3.5. Variables en estudio

Para la investigación se consideraron las siguientes variables:

- Número de flores (N°)
- N° de frutas (N°)
- Diámetro polar (mm)
- Diámetro ecuatorial (mm)
- Grados Brix (°)
- Firmeza (lb cm⁻²)
- Peso de fruta (g)

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El tipo de experimento fue analizado bajo el modelo de Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), porque las unidades no son homogéneas, porque, estas no pueden reaccionar o responder a un tratamiento de la misma manera o con la misma capacidad debido a las diferencias intrínsecas de los tratamientos (Sánchez-Otero, 2011).

3.6.1. Factores en estudio

Dosis de Fertilización

Orgánica:

- Biol (ml)
- Extracto de algas marinas (ml)

Química:

- Fertilizantes (ml)

3.6.2. Tratamientos para evaluar

Descripción de los tratamientos de la investigación (Tabla 6).

Tabla 6. Diseño de tratamientos

Tratamientos (T)	Codificación	Descripción
T1	Biol 50% + Fertilización Química 50%	200 ml BIOL + 1.4 ml Fertilización química ha ⁻¹ (0.47 ml c/u)
T2	Biol 75% + Fertilización Química 25%	300 ml BIOL + 2.1 ml Fertilización química ha ⁻¹ (0.70 ml c/u)
T3	Extracto de algas marinas, 50% + Fertilización Química 50%	4.25 ml Algas Marinas + 4.25 ml Fertilización química ha ⁻¹ (1.42 ml c/u)
T4	Extracto de algas marinas, 75% + Fertilización Química 25%	6.37 ml Algas Marinas + 2.10 ml Fertilización química ha ⁻¹ (0.70 ml c/u)
T5	Biol 33% + Extracto de algas marinas, 33% + Fertilización Química 33%	132 ml BIOL + 2.8 ml Algas Marinas + 2.8 ml Fertilización química ha ⁻¹ (0.93 ml c/u)
T6	Fertilización Química 100%	8.5 ml Fertilización química ha ⁻¹ . (2.83 ml c/u)

3.6.3. Variables para evaluar

3.6.3.1. Número de Flores

Para variable número de flores se realizó el conteo de cada planta escogida; (ocho plantas muestreadas) para el registro respectivo en cada periodo de la toma de datos.

3.6.3.2. Número de Frutas

Para variable número de frutas se realizó el conteo de cada planta escogida (ocho plantas muestreadas) y posterior a la cosecha; para el registro respectivo en cada periodo de la toma de datos.

3.6.3.3. Diámetro Polar

Para variable diámetro polar (mm) se realizó la cosecha en cada planta escogida (ocho plantas muestreadas) y posterior a la cosecha se realizó el registro respectivo en cada periodo de la toma de datos, para esto, se ayudó de un calibrador de distancia digital para medir el diámetro polar de cada fruta.

3.6.3.4. Diámetro Ecuatorial

Para variable diámetro ecuatorial (mm) se realizó la cosecha en cada planta escogida (ocho plantas muestreadas) y posterior a la cosecha se realizó el registro respectivo en cada periodo de la toma de datos, para esto, se ayudó de un calibrador de distancia digital para medir el diámetro ecuatorial de cada fruta.

3.6.3.5. Grados BRIX

Para la variable grados BRIX, se procedió a la toma de datos del zumo de las frutas escogida (ocho plantas muestreadas) con ayuda de un refractómetro; para su posterior registro en cada periodo de toma de datos.

3.6.3.6. Firmeza

Para la variable firmeza de fruta, se procedió a la toma de datos en cada fruta (ocho plantas muestreadas) con ayuda de un Penetró metro; para su posterior registro en cada periodo de la toma de datos.

3.6.3.7. Peso de fruta

Para la variable peso de fruta, se procedió al registro del peso en cada tratamiento; ayudado de una balanza gramera.

3.6.3.8. Labores culturales

Las labores culturales, se enfocaron en los cuidados fitosanitarios y fertilización correspondiente a los tratamientos aplicados en cada unidad experimental, siendo el cultivo establecido, se procedió de la siguiente manera:

- Aplicaciones cada ocho días de caldo sulfocálcico a razón de 1 gramo por litro de agua; para el control de insectos, ácaros y hongo, también azufre elemental al 80% en la misma dosis.

3.6.4. Manejo específico

Se dispuso los tratamientos (Figura 5 y 6) en un cultivo establecido de fresa (*Fragaria* sp) en campo, en bloques, cada bloque estuvo conformado por 6 camas (c/u de 0.70 m x 10 m), fueron 4 bloques, dando un total de 24 camas, la distancia entre camas fue de 0.60 m, la distancia entre plantas fue de 0.50m y entre hileras 0.25 m a tres – bolillo, se tomaron 10 plantas para la toma de muestras, que se ubicaron en el centro de la cama y dejando 5 plantas por efecto de borde en cada extremo de la hilera. La aplicación de los tratamientos cada 8 días y la cosecha/s de las frutas se realizaron en madurez de consumo. Luego se registraron los datos de acuerdo con las variables consideradas para la investigación. La fertilización química fue a base de fertilizantes inorgánicos compuestos y bioestimulantes.

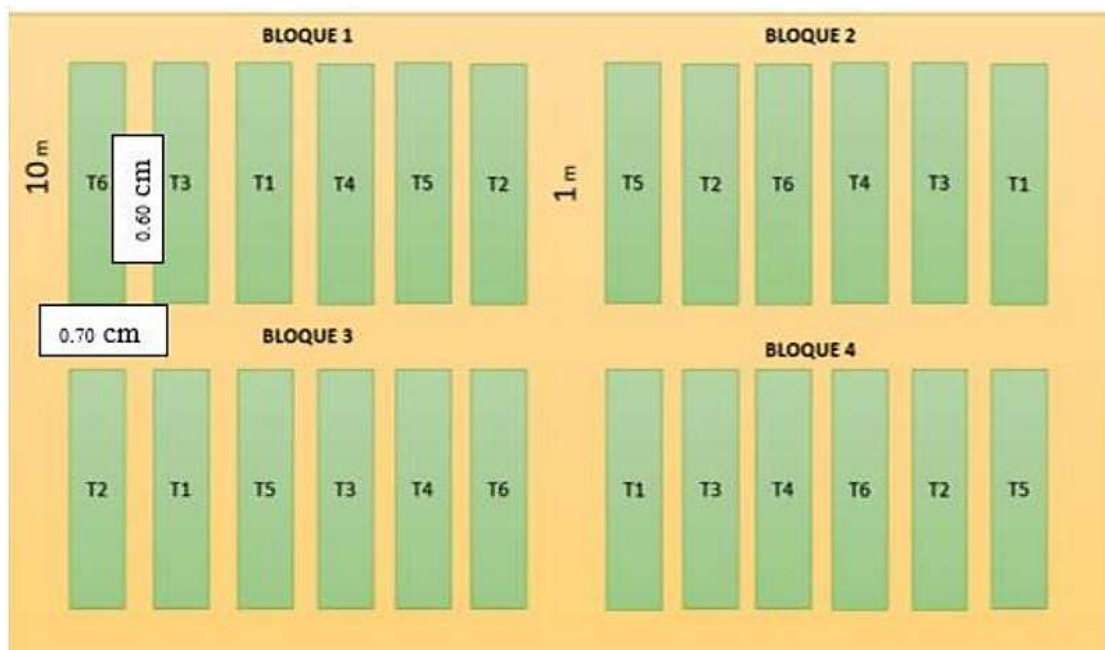


Figura 5. Disposición de los tratamientos en campo

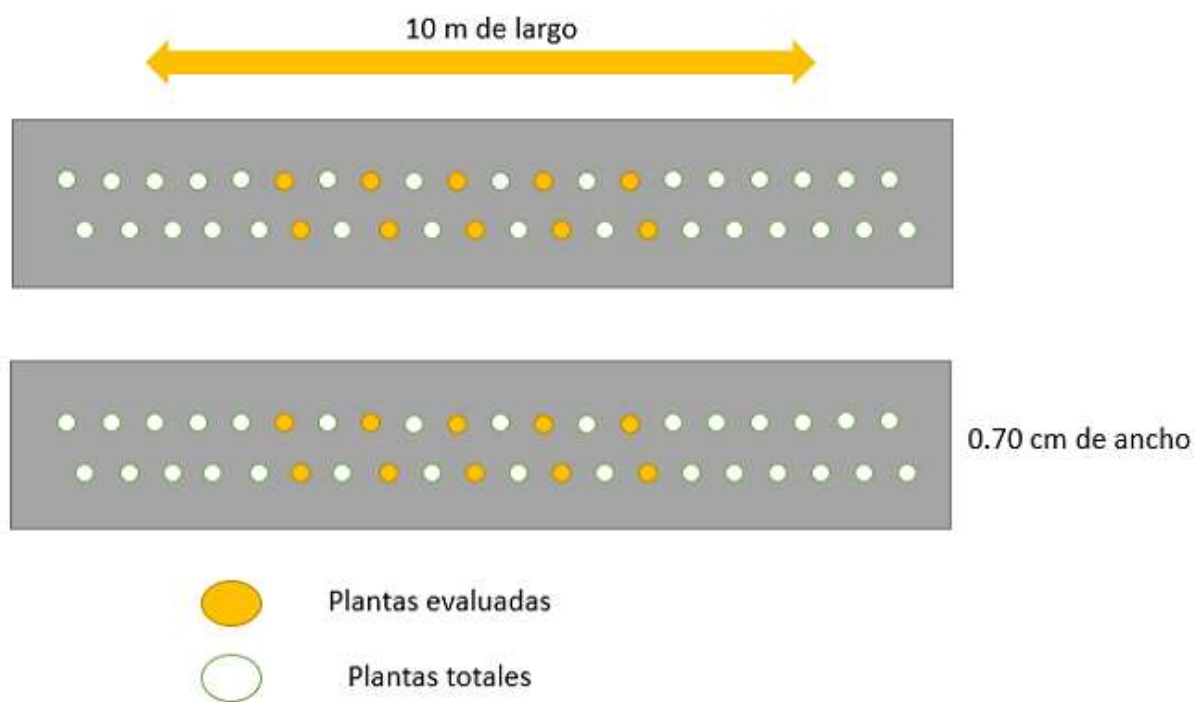


Figura 6. Toma y registro de datos

Repeticiones – Bloques: 4

Número de tratamientos: 6

Distancia entre parcelas: 0.60 m

Área de la parcela total (Bloque): 72 m²

Área de la parcela neta: 7 m²

Área Experimental total: 323.40 m²

Área Experimental neta: 288 m²

El diseño experimental de la investigación; fue bajo el modelo de Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) (Tabla 7). Se procedió a realizar el análisis funcional tipo 1 bajo pruebas post – hoc Tukey al 5% de significancia estadística para las fuentes de variabilidad significativas (p – valor < 0.05) y altamente significativas (p – valor < 0.01).

Tabla 7. Cuadro de ADEVA

F de V	GL
Total (Tt)	rt -
	1: 23
Repeticiones	r -
- Bloques (R)	1: 3
Tratamientos	t -
(T)	1: 5
Error	(r -
Experimental (EE)	1) (t-1): 15

Nota: F de V: Fuente de Variación, GL: Grados de Libertad, r: repeticiones, t: Tratamientos, EE: Error experimental

3.6.5. Contraste de Hipótesis

Se puede observar el en contraste de hipótesis nula (H_0) y alternativa (H_a) del modelo (DBCA) de análisis de varianza. (Tabla 8).

Tabla 8. Contraste de hipótesis del modelo (DBCA)

Nula	Alternativa
$H_{0T} \equiv \tau_1 = \tau_6 = 0$	$H_{AT} \equiv \tau_1 \neq \tau_6 \neq 0$

3.6.6. Test de supuestos del análisis de varianza

Para esta investigación se realizaron los siguientes Test para los supuestos del análisis de varianza de los datos con ayuda del software estadístico INFOSTAT:

- Test de homogeneidad de varianza Levene al 0.05 de significancia estadística.
- Test de normalidad de Shapiro Wilks al 0.05 de significancia estadística.

Hipótesis para el Test de homogeneidad de varianza Levene:

H₀: Las varianzas no son significativamente diferentes (p – valor >0.05)

H_a: Las varianzas son significativamente diferentes (p – valor <0.05)

Hipótesis para el test de normalidad Shapiro Wilks:

H₀: La variable se distribuye de forma normal (p – valor >0.05)

H_a: La variable no se distribuye de forma normal (p – valor <0.05)

3.7. RECURSOS

3.7.1. Materiales

Los materiales utilizados fueron los siguientes:

- Plantas de fresa.

- Acolchado para cama.

3.7.2. Equipos

Los equipos utilizados fueron los siguientes:

- Penetró metro
- Balanza
- Calibrador vernier
- Refractómetro
- Cinta métrica
- Bomba de fumigar
- Sistema de riego

3.7.3. Sustancias

Las sustancias utilizadas fueron:

- Biol.
(Conductividad Electrica: 5.10 dS m⁻¹; pH: 7.67)
(N 38.75 ppm, P 29.02 ppm, K 17,949 ppm, Fe 25.36 ppm)
- Extracto de algas Marinas. (Algas totales 25%)
(N14,500ppm, P 750 ppm, K 14,800ppm)
- Green K Plus (Potasio 52.15%, Nitrógeno 3.0%)
- Maximic (Magnesio 3.0%, Hierro 1.0%, Cobre 0.50 %)
- Tana sol (nitrógeno 5.2%)
- Merit Rojo (Fosforo 10%, Potasio 9.0%)
- Biocitok (Potasio 9%)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

Una vez procesada la información se presentan los siguientes resultados, de acuerdo con la metodología y los lineamientos propuestos para la investigación para las variables en estudio; previo test de supuestos del análisis de varianza como son el test de homogeneidad de varianza y test de normalidad de los datos (Anexo 6 y 7). Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

De la Tabla 9 del ADEVA consolidado por etapas, se observa, que para la variable **número de flores (unidades)**, las fuentes de variabilidad (F de V), de interés como tratamientos, resultaron no significativas ($p - \text{valor} > 0.05$) a los 30 y 60 días, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula (H_0) de medias iguales, es decir, que las medias de los tratamientos en estas etapas son similares. Las medias generales fueron de 2.02 y 2.18 flores por planta y los coeficientes de variación fueron de 28.35 y 21.46 %; respectivamente, que son aceptables para esta variable.

Tabla 9. ADEVA consolidado por etapas para la variable número de flores

F de V	GL	30 días		60 días		90 días		120 días		150 días	
		p - valor									
R	3	0.0073	**	0.0245	*	0.0528	NS	0.0067	**	0.0601	NS
Tr	5	0.0617	NS	0.2474	NS	0.0500	*	0.0415	*	0.0337	*
EE	15										
T	23										
n	24										
\bar{x}		2.02		2.18		3.40		2.36		1.83	
CV %		28.35		21.46		18.03		23.68		26.23	

F de V: Fuente de Variabilidad, **GL:** Grados de libertad, **dds:** Días después de la siembra, **Sig.:** significancia (NS: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo), **p - valor:** Valor de probabilidad, **R:** Repeticiones, **Tr:** Tratamientos, **T:** Total, **n:** número de datos, **x:** media general, **CV:** Coeficiente de variación.

También, de la Tabla 9 del ADEVA consolidado por etapas, se observa, que para la variable número de flores (unidades), las fuentes de variabilidad (F de V), de interés como tratamientos, resultaron significativas ($p - \text{valor} < 0.05$) a los 90, 120 y 150 días, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) de medias iguales, es decir, que las medias de los tratamientos en estas etapas poseen diferencias significativas. Las

medias generales fueron de 3.40, 2.36 y 1.83 flores por planta y los coeficientes de variación fueron de 18.03, 23.68 y 26.23 %; respectivamente, que son aceptables para esta variable.

De la Tabla 10 se observa que al aplicar la prueba de análisis funcional tipo 1 Tukey ($\alpha=0.05$) de significancia estadística para la variable número de flores (unidades), resultó significativa ($p - \text{valor} < 0.05$) a los 90, 120 y 150 dds, así el Tratamiento de mayor rango (A), para los 90 días fue el t1 (B50% + FQ50%) con 4.11 flores por planta, para los 120 y 150 días fue el t4 (AM75% + FQ25%) con 3.30 y 2.50 flores por planta.

Tabla 10. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) consolidada por etapas para la variable número de flores

Tratamientos	30 días		60 días		90 días		120 días		150 días	
	Medias									
B50% + FQ50%	2.25	NS	2.04	NS	4.11	A	2.25	AB	1.41	B
B75% + FQ25%	2.81	NS	2.40	NS	3.01	AB	2.30	AB	2.24	AB
AM50% + FQ50%	1.76	NS	2.58	NS	2.88	B	2.05	AB	1.67	AB
AM75% + FQ25%	2.02	NS	2.27	NS	3.99	AB	3.30	A	2.50	A
B33% + AM33% + FQ33%	1.81	NS	1.92	NS	3.19	AB	2.33	AB	1.60	AB
FQ100%	1.46	NS	1.86	NS	3.19	AB	1.91	B	1.56	AB

B: Biol, FQ: Fertilización química, AM: Algas marinas, significancia: (NS: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo).

De la Tabla 11 del ADEVA consolidado por etapas, se observa, que para la variable número de frutas (unidades), las fuentes de variabilidad (F de V), de interés como tratamientos, resultaron no significativas ($p - \text{valor} > 0.05$) a los 30 y 60 días, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula (H_0) de medias iguales, es decir, que las medias de los tratamientos en estas etapas son similares. Las medias generales fueron de 14.72 y 8.70 frutas por planta y los coeficientes de variación fueron de 25.82 y 28.93 %; respectivamente, que son aceptables para esta variable.

Tabla 11. ADEVA consolidado por etapas para la variable número de frutas

F de V	GL	30 días		60 días		90 días		120 días		150 días	
		p - valor									
R	3	0.0009	**	0.0003	**	0.0716	NS	0.0001	**	0.1212	NS
Tr	5	0.7018	NS	0.5397	NS	0.0477	*	0.0446	*	0.0483	*
EE	15										
T	23										
n	24										
\bar{x}		14.72		8.70		10.86		12.65		11.03	
CV %		25.82		28.93		19.80		16.62		27.63	

F de V: Fuente de Variabilidad, **GL:** Grados de libertad, **dds:** Días después de la siembra, **Sig.:** significancia (NS: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo), **p - valor:** Valor de probabilidad, **R:** Repeticiones, **Tr:** Tratamientos, **T:** Total, **n:** número de datos, **x:** media general, **CV:** Coeficiente de variación.

También, de la Tabla 11 del ADEVA consolidado por etapas, se observa, que para la variable número de frutas (unidades), las fuentes de variabilidad (F de V), de interés como tratamientos, resultaron significativas ($p - \text{valor} < 0.05$) a los 90, 120 y 150 días, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) de medias iguales, es decir, que las medias de los tratamientos en estas etapas poseen diferencias significativas. Las medias generales fueron de 10.86, 12.65 y 11.03 frutas por planta y los coeficientes de variación fueron de 19.80, 16.62 y 27.63 %; respectivamente, que son aceptables para esta variable.

De la Tabla 12 se observa que al aplicar la prueba de análisis funcional tipo 1 Tukey ($\alpha=0.05$) de significancia estadística para la variable número de frutas (unidades), resultó significativa ($p - \text{valor} < 0.05$) a los 90, 120 y 150 dds, así el Tratamiento de mayor rango (A), para los 90, 120 y 150 dds fue el t4 (AM75% + FQ25%) con 14.46, 15.49 y 15.81 frutas por planta.

Tabla 12. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) consolidada por etapas para la variable número de frutas

Tratamientos	30 días		60 días		90 días		120 días		150 días	
	Medias									
B50% + FQ50%	15.44	NS	7.71	NS	9.49	B	13.78	AB	10.50	AB
B75% + FQ25%	14.72	NS	10.57	NS	10.35	AB	11.19	AB	11.88	AB
AM50% + FQ50%	13.78	NS	8.59	NS	11.00	AB	11.96	AB	8.43	B
AM75% + FQ25%	17.25	NS	9.21	NS	14.46	A	15.69	A	15.81	A
B33% + AM33% + FQ33%	13.18	NS	8.81	NS	9.63	AB	10.78	B	9.39	AB
FQ100%	13.93	NS	7.32	NS	10.25	AB	12.52	AB	10.17	AB

B: Biol, FQ: Fertilización química, AM: Algas marinas, significancia: (NS: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo).

De la Tabla 13 del ADEVA consolidado por etapas, se observa, que para la variable diámetro polar (mm), las fuentes de variabilidad (F de V), de interés como tratamientos, resultaron no significativas ($p - \text{valor} > 0.05$) a los 30 y 60 días, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula (H_0) de medias iguales, es decir, que las medias de los tratamientos en estas etapas son similares. Las medias generales fueron de 40.05 y 36.84 mm y los coeficientes de variación fueron de 4.98 y 9.36 %; respectivamente, que son muy aceptables para esta variable.

de los tratamientos en estas etapas son similares. Las medias generales fueron de 27.87 y 26.43 mm por planta y los coeficientes de variación fueron de 6.47 y 12.23 %; respectivamente, que son muy aceptables para esta variable.

Tabla 15. ADEVA consolidado por etapas para la variable diámetro ecuatorial (mm)

F de V	GL	30 días		60 días		90 días		120 días		150 días	
		p – valor									
R	3	0.2650	NS	0.0832	NS	0.3096	NS	0.2039	NS	0.1883	NS
Tr	5	0.5183	NS	0.5070	NS	0.0495	*	0.0467	*	0.0498	*
EE	15										
T	23										
n	24										
x̄		27.87		26.43		32.21		27.39		26.63	
CV %		6.47		12.23		5.31		4.71		5.61	

F de V: Fuente de Variabilidad, **GL:** Grados de libertad, **dds:** Días después de la siembra, **Sig.:** significancia (NS: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo), **p – valor:** Valor de probabilidad, **R:** Repeticiones, **Tr:** Tratamientos, **T:** Total, **n:** número de datos, **x̄:** media general, **CV:** Coeficiente de variación.

También, de la Tabla 15 del ADEVA consolidado por etapas, se observa, que para la variable diámetro ecuatorial (mm), las fuentes de variabilidad (F de V), de interés como tratamientos, resultaron significativas (p – valor < 0.05) a los 90, 120 y 150 días, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H0) de medias iguales, es decir, que las medias de los tratamientos en estas etapas poseen diferencias significativas. Las medias generales fueron de 32.21, 27.39 y 26.63 mm y los coeficientes de variación fueron de 5.31, 4.71 y 5.61 %; respectivamente, que son muy aceptables para esta variable.

De la Tabla 16 se observa que al aplicar la prueba de análisis funcional tipo 1 Tukey ($\alpha=0.05$) de significancia estadística para la variable diámetro ecuatorial (mm), resultó significativa (p – valor < 0.05) a los 90, 120 y 150 dds, así el Tratamiento de mayor rango (A), para los 90, 120 y 150 dds fue el t4 (AM75% + FQ25%) con 34.84, 28.99 y 28.83 mm de diámetro ecuatorial en fruto.

Tabla 16. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) consolidada por etapas para la variable diámetro ecuatorial (mm)

Tratamientos	30 días		60 días		90 días		120 días		150 días	
	Medias									
B50% + FQ50%	27.14	NS	29.11	NS	30.82	B	26.42	AB	26.38	AB
B75% + FQ25%	29.38	NS	27.31	NS	31.79	AB	28.21	AB	26.34	AB
AM50% + FQ50%	27.60	NS	25.45	NS	31.50	AB	27.25	AB	26.18	AB
AM75% + FQ25%	27.07	NS	25.61	NS	34.44	A	28.99	A	28.83	A
B33% + AM33% + FQ33%	27.95	NS	25.01	NS	33.60	AB	27.48	AB	27.06	AB
FQ100%	28.06	NS	26.10	NS	31.13	AB	25.98	B	24.97	B

B: Biol, FQ: Fertilización química, AM: Algas marinas, significancia: (NS: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo).

De la Tabla 17 del ADEVA consolidado por etapas, se observa, que para la variable grados BRIX (°), las fuentes de variabilidad (F de V), de interés como tratamientos, resultaron no significativas ($p - \text{valor} > 0.05$) a los 30 y 60 días, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula (H_0) de medias iguales, es decir, que las medias de los tratamientos en estas etapas son similares. Las medias generales fueron de 10.65 y 10.32 ° y los coeficientes de variación fueron de 11.02 y 18.44 %; respectivamente, que son aceptables para esta variable.

Tabla 17 ADEVA consolidado por etapas para la variable grados BRIX (°)

F de V	GL	30 días		60 días		90 días		120 días		150 días	
		p – valor									
R	3	0.0493	*	0.4375	NS	0.9055	NS	0.0689	NS	0.1943	NS
Tr	5	0.4725	NS	0.1501	NS	0.0446	*	0.0323	*	0.0035	**
EE	15										
T	23										
n	24										
x̄		10.65		10.32		9.75		9.29		10.08	
CV %		11.02		18.44		4.28		3.33		4.98	

F de V: Fuente de Variabilidad, **GL:** Grados de libertad, **dds:** Días después de la siembra, **Sig.:** significancia (NS: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo), **p – valor:** Valor de probabilidad, **R:** Repeticiones, **Tr:** Tratamientos, **T:** Total, **n:** número de datos, **x̄:** media general, **CV:** Coeficiente de variación.

También, de la Tabla 17 del ADEVA consolidado por etapas, se observa, que para la variable grados BRIX (°), las fuentes de variabilidad (F de V), de interés como tratamientos, resultaron significativas ($p - \text{valor} < 0.05$) a los 90, 120 y 150 días, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) de medias iguales, es decir, que las medias de los tratamientos en estas etapas poseen diferencias significativas. Las medias generales fueron de 9.75, 9.29 y 10.08 mm y los coeficientes de variación fueron de 4.28, 3.33 y 4.98 %; respectivamente, que son muy aceptables para esta variable.

De la Tabla 18 se observa que al aplicar la prueba de análisis funcional tipo 1 Tukey ($\alpha=0.05$) de significancia estadística para la variable grados BRIX (°), resultó significativa ($p - \text{valor} < 0.05$) a los 90, 120 y 150 dds, así el Tratamiento de mayor rango (A), para los 90 y 120 dds fue el t4 (AM75% + FQ25%) con 10.43 y 9.82 ° BRIX; respectivamente y a los 150 dds fue el t3 (AM50% + FQ50%) con 11.00 ° BRIX.

Tabla 18. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) consolidada por etapas para la variable grados BRIX

Tratamientos	30 días		60 días		90 días		120 días		150 días	
	Medias									
B50% + FQ50%	10.08	NS	12.85	NS	9.61	AB	9.38	AB	9.92	AB
B75% + FQ25%	11.71	NS	9.77	NS	9.81	AB	9.04	B	9.85	AB
AM50% + FQ50%	10.76	NS	9.08	NS	9.71	AB	9.21	AB	11.00	A
AM75% + FQ25%	10.24	NS	9.65	NS	10.43	A	9.82	A	10.38	AB
B33% + AM33% + FQ33%	10.55	NS	10.32	NS	9.37	B	9.12	AB	10.16	AB
FQ100%	10.55	NS	10.27	NS	9.58	AB	9.17	AB	9.18	B

B: Biol, FQ: Fertilización química, AM: Algas marinas, significancia: (NS: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo).

De la Tabla 19 del ADEVA consolidado por etapas, se observa, que para la variable firmeza (lb cm⁻²), las fuentes de variabilidad (F de V), de interés como tratamientos, resultaron no significativas ($p - \text{valor} > 0.05$) a los 30 y 60 días, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula (H₀) de medias iguales, es decir, que las medias de los tratamientos en estas etapas son similares. Las medias generales fueron de 3.61 y 5.18 lb cm⁻² y los coeficientes de variación fueron de 14.96 y 13.04 %; respectivamente, que son aceptables para esta variable.

Tabla 19. ADEVA consolidado por etapas para la variable firmeza (lb cm⁻²)

F de V	GL	30 días		60 días		90 días		120 días		150 días	
		p – valor									
R	3	0.0873	NS	0.7401	NS	0.0747	NS	0.1085	NS	0.7391	NS
Tr	5	0.8847	NS	0.3311	NS	0.0488	*	0.0494	*	0.0000	**
EE	15										
T	23										
n	24										
x̄		3.61		5.18		4.79		3.55		3.12	
CV %		14.96		13.04		11.98		11.15		11.22	

F de V: Fuente de Variabilidad, **GL:** Grados de libertad, **dds:** Días después de la siembra, **Sig.:** significancia (NS: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo), **p – valor:** Valor de probabilidad, **R:** Repeticiones, **Tr:** Tratamientos, **T:** Total, **n:** número de datos, **x̄:** media general, **CV:** Coeficiente de variación.

También, de la Tabla 19 del ADEVA consolidado por etapas, se observa, que para la variable firmeza (lb cm⁻²), las fuentes de variabilidad (F de V), de interés como tratamientos, resultaron significativas ($p - \text{valor} < 0.05$) a los 90, 120 y 150 días, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H₀) de medias iguales, es decir, que las medias de los tratamientos en estas etapas poseen diferencias significativas. Las medias generales fueron de 4.79, 3.55 y 3.12 lb cm⁻² y los coeficientes de variación fueron de 11.98, 11.15 y 11.22 %; respectivamente, que son aceptables para esta variable.

De la Tabla 20 se observa que al aplicar la prueba de análisis funcional tipo 1 Tukey ($\alpha=0.05$) de significancia estadística para la variable firmeza (lb cm^{-2}), resultó significativa (p – valor < 0.05) a los 90, 120 y 150 dds, así el Tratamiento de mayor rango (a), para los 90 y 120 dds fue el t1 (AM75% + FQ25%) con 5.69 y 4.18 g; respectivamente y a los 150 dds fue el t1 (B50% + FQ50%) con 4.12 g de firmeza en fruto.

Tabla 20. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) consolidada por etapas para la variable firmeza (lb cm^{-2})

Tratamientos	30 días		60 días		90 días		120 días		150 días	
	Medias									
B50% + FQ50%	3.73	NS	5.78	NS	4.89	AB	3.62	AB	4.12	A
B75% + FQ25%	3.58	NS	4.86	NS	4.48	AB	3.46	AB	3.61	AB
AM50% + FQ50%	3.81	NS	4.89	NS	4.54	AB	3.38	AB	3.70	AB
AM75% + FQ25%	3.36	NS	5.15	NS	5.69	A	4.18	A	0.50	B
B33% + AM33% + FQ33%	3.57	NS	5.49	NS	4.32	B	3.20	B	3.08	AB
FQ100%	3.57	NS	4.91	NS	4.85	AB	3.43	AB	3.69	AB

B: Biol, FQ: Fertilización química, AM: Algas marinas, significancia: (NS: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo).

De la Tabla 21 del ADEVA consolidado por etapas, se observa, que para la variable peso de fruta (g), las fuentes de variabilidad (F de V), de interés como tratamientos, resultaron no significativas (p – valor > 0.05) a los 30 y 60 días, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula (H_0) de medias iguales, es decir, que las medias de los tratamientos en estas etapas son similares. Las medias generales fueron de 13.85 y 10.87 g en peso de fruta por planta y los coeficientes de variación fueron de 12.98 y 14.97 %; respectivamente, que son aceptables para esta variable.

Tabla 21. ADEVA consolidado por etapas para la variable peso de fruta (g)

F de V	GL	30 días		60 días		90 días		120 días		150 días	
		p – valor									
R	3	0.0565	NS	0.0090	**	0.6198	NS	0.1555	NS	0.0052	**
Tr	5	0.3340	NS	0.5592	NS	0.0133	*	0.0461	*	0.0472	*
EE	15										
T	23										
n	24										
\bar{x}		13.85		10.87		12.03		13.98		12.53	
CV %		12.98		14.97		12.56		11.30		11.26	

F de V: Fuente de Variabilidad, **GL:** Grados de libertad, **dds:** Días después de la siembra, **Sig.:** significancia (NS: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo), **p – valor:** Valor de probabilidad, **R:** Repeticiones, **Tr:** Tratamientos, **T:** Total, **n:** número de datos, **x:** media general, **CV:** Coeficiente de variación.

También, de la Tabla 21 del ADEVA consolidado por etapas, se observa, que para la variable peso de fruta (g), las fuentes de variabilidad (F de V), de interés como tratamientos, resultaron significativas (p – valor < 0.05) a los 90, 120 y 150 días, por lo

tanto, se rechaza la hipótesis nula (H0) de medias iguales, es decir, que las medias de los tratamientos en estas etapas poseen diferencias significativas. Las medias generales fueron de 12.03, 13.98 y 12.53 g en peso de fruta por planta y los coeficientes de variación fueron de 12.56, 11.30 y 11.26 %; respectivamente, que son aceptables para esta variable.

De la Tabla 22 se observa que al aplicar la prueba de análisis funcional tipo 1 Tukey ($\alpha=0.05$) de significancia estadística para la variable peso de fruta (g), resultó significativa (p – valor < 0.05) a los 90, 120 y 150 dds, así el Tratamiento de mayor rango (A), para los 90, 120 y 150 dds fue el t4 (AM75% + FQ25%) con 14.13, 16.40 y 14.27 g por fruta.

Tabla 22. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) consolidada por etapas para la variable peso de fruta (g)

Tratamientos	30 días		60 días		90 días		120 días		150 días	
	Medias									
B50% + FQ50%	12.56	NS	11.10	NS	9.50	B	12.87	AB	13.24	AB
B75% + FQ25%	15.28	NS	10.66	NS	12.06	AB	14.47	AB	12.83	AB
AM50% + FQ50%	12.86	NS	11.94	NS	11.67	AB	13.79	AB	11.19	AB
AM75% + FQ25%	14.02	NS	9.95	NS	14.13	A	16.40	A	14.27	A
B33% + AM33% + FQ33%	14.41	NS	10.25	NS	13.08	AB	13.74	AB	12.54	AB
FQ100%	13.95	NS	11.33	NS	11.76	AB	12.61	B	11.14	B

B: Biol, FQ: Fertilización química, AM: Algas marinas, significancia: (NS: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo).

De la Tabla 23 consolidada se observa que al aplicar la prueba de análisis funcional tipo 1 Tukey ($\alpha=0.05$) de significancia estadística para las variables de la investigación, resultaron significativas (p – valor < 0.05) de manera general, así el Tratamiento de mayor rango (a) para todas las variables en estudio, fue el t4 (AM75% + FQ25%) con las siguientes medias 3.02 flores por planta, 15.28 frutas por planta, 40.40 mm de diámetro polar en fruto, 28.99 mm de diámetro ecuatorial en fruto, 10.70 ° BRIX en zumo de fruto, 4.78 lb cm⁻² en firmeza de fruto y 14.05 g de peso de fruta.

Tabla 23. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) consolidada por variables de la investigación

Tratamientos	N° Flores		N° Frutas		Diámetro Polar		Diámetro Ecuatorial		° BRIX		Firmeza		Peso de Fruto	
	Medias													
B50% + FQ50%	2.41	AB	11.38	AB	38.00	AB	27.97	AB	10.37	AB	4.43	AB	11.85	B
B75% + FQ25%	2.55	AB	11.74	AB	38.55	AB	28.61	AB	10.04	AB	4.00	AB	13.06	AB
AM50% + FQ50%	2.19	AB	10.75	AB	37.33	AB	27.60	AB	9.95	AB	4.06	AB	12.29	AB
AM75% + FQ25%	3.02	A	15.28	A	40.40	A	28.99	A	10.70	A	4.78	A	14.05	A
B33% + AM33% + FQ33%	2.17	AB	10.36	B	38.33	AB	28.22	AB	9.91	AB	3.93	B	12.80	AB
FQ100%	2.00	B	10.84	AB	37.29	B	27.25	B	9.75	B	4.09	AB	12.16	AB

B: Biol, FQ: Fertilización química, AM: Algas marinas, significancia: (NS: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo).

4.2. DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, después del análisis de los resultados, se discuten los resultados obtenidos de la investigación.

De acuerdo con el Anexo 3, se observa que, los requerimientos de pH del cultivo de fresa se encuentran por debajo del pH mínimo de 5.50 (0.15 unidades menos) requerido para el desarrollo del cultivo, por lo que puede presentarse problemas en el desarrollo normal del cultivo, por lo expuesto por Morales-Morales et al. (2019), los suelos con pH ácidos, se convierten en un problema, porque la mayoría de nutrientes se encuentran disponibles entre pH 6.0 – 7.0, por lo que a pH ácido la mayoría de nutrientes tienen problemas de disponibilidad para los cultivos; los cuales se ven afectados en su desarrollo normal y productividad.

Del Anexo 3, se observa que la conductividad eléctrica (CE), se encuentra por debajo de los límites requeridos para el cultivo de fresa de 1.0 dS m⁻¹, es decir, este se encuentra a 0.83 dS m⁻¹ menor que el requerido, esto puede ser un problema para la disponibilidad de los nutrientes, porque no se encuentran disponibles en la solución del suelo, por lo expuesto por García-Guzmán et al. (2019), la conductividad eléctrica del suelo, es uno de los indicadores de la presencia de sales en el suelo, que pueden ser de origen orgánico o inorgánico. Estas sales afectan la actividad microbiana, la asimilación de nutrientes por la planta, así como, la estructura del suelo.

Es importante recalcar, que en los nutrientes, la condicionante para que puedan ser absorbidos por el sistema radicular, la planta debe adecuar la zona de absorción radicular, tratando de obtener un equilibrio entre la CE interna del sistema radicular y la CE externa de la raíz, cuando no existe este equilibrio la planta gasta energía en este proceso, lo cual incide directamente sobre el normal funcionamiento de la planta y en la productividad (Terrazas-Rueda, 2019).

En el Anexo 4 se puede observar los niveles bajos de los macronutrientes N, P, Mg y S pero el K y Ca se encuentra en exceso, en cambio los micronutrientes excepto el Fe se encuentra en exceso, esto puede producir un desbalance nutricional debido a que los macro y micronutrientes no se encuentran muy disponibles, en cuanto al proceso fisiológico de la fijación de azúcares en el fruto los nutrientes de mayor importancia son el K, el Zn y el B, si bien el K como el Zn, se podría decir que se encuentran un poco más disponibles que el B, esto crea un problema, debido a que

el B es el micronutriente que interviene en la fijación de los azúcares, por lo cual, el tipo fertilización cumple un rol importante para poder suplir las necesidades, por lo expuesto por Marschner (2011) la importancia de nutrientes en el desarrollo normal de los cultivos, se encuentra condicionada, por las características físico – químicas del suelo y de la estabilidad fisiológica de la planta, cuando un conjunto de nutrientes, cumplen un rol fundamental fisiológica en una función, la respuesta del cultivo se apega a la ley del mínimo o de Liebig (1843), es decir, que un nutriente aunque pareciera insignificante en un proceso fisiológico, si este falta en el proceso fisiológico, este nutriente, se convierte en limitante de la productividad del cultivo.

Sin embargo, en el Anexo 5, se puede observar, que el contenido de nutrientes del Biol, es alto, así como, del pH de 7.67 y conductividad eléctrica (CE = 2.10 dS m⁻¹), sumado a esto la dotación de nutrientes en cada tratamiento, resultó favorable para el desarrollo normal del cultivo. En este contexto, se puede decir que, al existir diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 23) en las variables estudiadas, esto significa, que hubo respuesta en el cultivo de los tratamientos implementados, de los cuales se puede obtener buenos resultados y para escoger el mejor tratamiento, este estaría condicionado al análisis económico, para observar el de mayor rentabilidad, por lo expuesto por Bhatla et al. (2018), cuando la limitación de nutrientes, así como, de las propiedades físico – químicas del suelo como el pH y CE, al implementar un programa de nutrición tomando en cuenta la reserva del suelo y los requerimientos del cultivo, se puede esperar respuesta en el cultivo a la fertilización, sea esta orgánica o inorgánica y también por lo expuesto por Salcedo-Pérez et al. (2019), para poder determinar el mejor tratamiento a utilizar en un programa de fertilización, se debe tomar en cuenta la inversión destinada al cultivo, de acuerdo al retorno de la inversión obtenida.

En cuanto a la variables estudiadas, los resultados promedio (Tabla 25), para las variables número de flores, número de frutas, diámetro polar, diámetro ecuatorial, el tratamiento t4 (algas marinas al 75% y fertilización química al 25%) obtuvo mayor respuesta, que pudo deberse a la complementación nutritiva tanto de las algas marinas como la fertilización química, por lo expuesto por Medjdoub (2020), las algas marinas y sus derivados contienen concentraciones variadas de macroelementos, microelementos, oligoelementos, sustancias bio acidas, proteínas que por acción de los microorganismos son transformadas en aminoácidos o cadenas poliméricas

pequeñas que pueden ser absorbidas por las plantas, así también, carbohidratos y vitaminas que son utilizados por la planta para su nutrición y Fito – protección.

En este contexto, se puede decir que la complementación de la fuente de algas marinas al 75% y la fertilización química al 25%, fue beneficiosa; pudiendo observarse en los promedios generales de las variables en estudio como número de flores (3.02), número de frutas (15.28), diámetro polar (40.40 mm), diámetro ecuatorial (28.99 mm) pudiendo ahorrar un porcentaje importante (75%) de la fertilización química; en el sentido productivo y económico, esto se corrobora con lo expuesto por Romero-Romano et al. (2012) en similares condiciones, para la variable número de flores fue de 2.01 flores, para número de frutos por planta resultó en 11.99 frutas, para diámetro polar fue de 29.50 mm y 37.60 mm de diámetro ecuatorial promedio, lo que se puede afirmar que, los valores obtenidos dentro del ensayo son aceptables.

Para las variables grados BRIX (°), el tratamiento t4 (algas marinas 75% y fertilización química 25%) se obtuvo el promedio mayor con 10.70 ° (Tabla 23), los grados BRIX, es un indicador determinante para el agro – industrialización del producto, en especial para la elaboración de vinos. En este contexto, como requisito mínimo para este fin, es recomendable que la fruta tenga 7° BRIX (Lucero, 2015). Se puede observar que el promedio obtenido del tratamiento sobrepasa a los requerimientos mínimos, por lo tanto, se puede decir, que los grados BRIX obtenidos del ensayo pueden ser considerados aceptables para agro – industrialización.

De la Tabla 25 se observa que el tratamiento t4 (algas marinas al 75% y fertilización química 25%) para la variable firmeza, con un promedio de 4.78 lb cm⁻², que se corrobora por lo expuesto por García-Figueroa et al. (2019), la firmeza de los frutos de fresa al momento de la cosecha puede fluctuar entre 1.21 – 1.50 Lb cm⁻², por lo tanto, se puede afirmar que en cuanto a la firmeza, esta se encuentra mayor al rango o datos del autor en comparación, esto depende del grado de madurez del fruto sea en madurez fisiológica o madurez de consumo, en este aspecto, se puede decir que la integridad en la firmeza del fruto al momento de la cosecha permitirá que la fruta pueda durar mayor tiempo; sin que le afecte de manera física; de manera prematura.

De las Tablas 11 – 24, se observó la respuesta de los tratamientos con relación a las variables en estudio, encontrándose diferentes respuestas en cata etapa de recolección de datos, pero la consolidación o el aporte de todos los datos en el

análisis de varianza, es la respuesta total que permitió verificar la mayor respuesta en cada variable estudiada de los tratamientos implementados (Tabla 25) y con el contraste de los resultados con investigaciones similares, que se corrobora por lo expuesto con Muñiz-Veliz (2023) la fuente orgánica Biol, dependiendo de su composición puede ser muy beneficiosa para el cultivo, porque puede estimular el desarrollo de las plantas y promover de manera considerable las actividades fisiológicas como el enraizamiento, ampliación del área foliar, favorecer a la floración y fructificación, así también, por lo expuesto por López-Padrón et al. (2020), los beneficios de las algas marinas han sido estudiados por muchos años en su aplicación en la agricultura, así esta fuente orgánica favorece la calidad de la pulpa de la fruta, el tamaño del fruto, estimulación del crecimiento mejorando el volumen radicular y formación de pelos radiculares para la absorción efectiva de macro y micronutrientes del suelo; entre los más importantes.

De manera general se puede decir que tanto el biol como las algas marinas evidenciaron sus beneficios en cada variable tanto en tipo de fuente orgánica como en dosificación, pero el aporte total de los datos permite aclarar los efectos de cada tipo de fuente orgánica y permitió verificar el mejor tratamiento.

4.2.1. Análisis Económico

El análisis económico, se realizó, considerando los costos involucrados en la realización de la investigación y proyectados a mil metros cuadrados de cultivo en producción.

De la Tabla 24 y Figura 7, se observa el análisis económico de los costos de la investigación. Se observa que todos los tratamientos obtuvieron un valor de beneficio directo (BD), donde el tratamiento con mayor beneficio directo fue el tratamiento T4 (AM75% + FQ25%) con 1.09 USD, seguido del T2 (B75% + FQ25%) con 0.81 USD, luego el tratamiento el T5 (B33% + AM33% + FQ33%) con 0.78 USD, el T3 (AM50% + FQ50%) con 0.68 USD, el T6 (FQ100%) con 0.65 USD y el T1 (B50% + FQ50%) con 0.57 USD; por cada dólar invertido.

Tabla 24. Análisis económico de la investigación

T	Descripción	Rendimiento kg 1000m ⁻²	Vv USD	CF	CV	CT	U	Tasa B/C	BD USD
T1	B50% + FQ50%	4934.31	5773.14	1209.29	2466.27	3675.56	2097.58	1.57	0.57
T2	B75% + FQ25%	5698.75	6667.54	1209.29	2483.63	3692.92	2974.61	1.81	0.81
T3	AM50% + FQ50%	5239.17	6129.83	1209.29	2445.20	3654.49	2475.34	1.68	0.68
T4	AM75% + FQ25%	6513.58	7620.88	1209.29	2441.40	3650.69	3970.19	2.09	1.09
T5	B33% + AM33% + FQ33%	5587.33	6537.17	1209.29	2461.21	3670.50	2866.67	1.78	0.78
T6	FQ100%	5162.99	6040.69	1209.29	2452.66	3661.95	2378.75	1.65	0.65

T: Tratamientos, Vv: Valor de ventas, CF: Costo Fijo, CV: Costo Variable, CT: Costo Total, U: Utilidad, B/C: Tasa Beneficio / Costo, BD: Beneficio directo

Lo expuesto en el análisis económico, da un panorama técnico en el manejo del cultivo sobre los materiales o insumos utilizados y de lo que se esperaría obtener en la implementación de un manejo integral del cultivo, con la optimización de los recursos; para la sostenibilidad y sustentabilidad del sistema productivo.

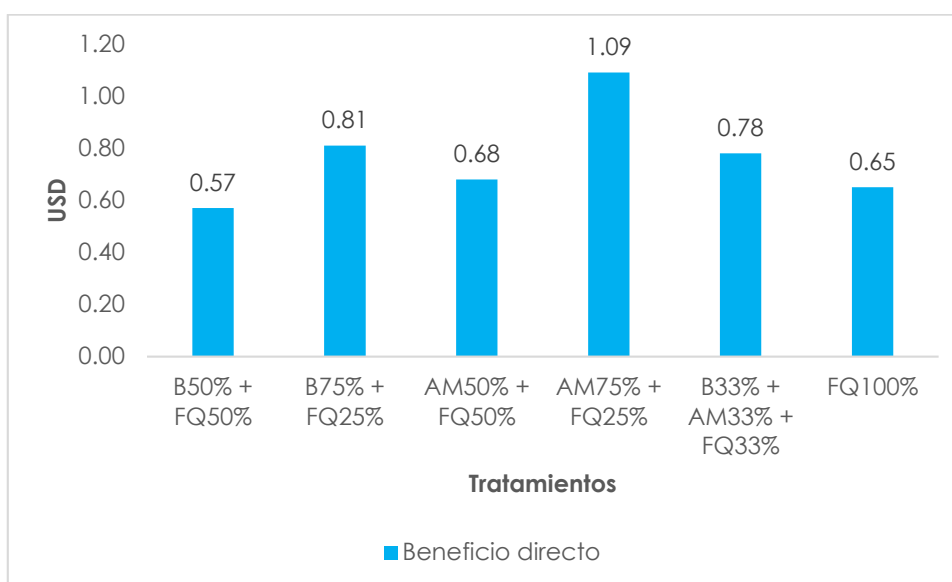


Figura 7. Beneficio directo de los tratamientos implementados en la investigación

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se evaluó el efecto de los tratamientos en las características morfológicas del cultivo de fresa, encontrando diferencias significativas entre los tratamientos implementados a diferentes dosis porcentuales de fertilización orgánica e inorgánica en las etapas críticas del cultivo; favoreciendo las características morfológicas del fruto y número de flores; a la proporción de 75% del tratamiento de la fuente orgánica algas marinas y 25% de fertilización química establecida (T4).
- Se evaluó la respuesta a la productividad de la variable peso de fruta, encontrando diferencias significativas entre los tratamientos implementados a diferentes dosis porcentuales de fertilización orgánica e inorgánica; favoreciendo la productividad, a la proporción de 75% del tratamiento de la fuente orgánica algas marinas y 25% de fertilización química establecida (T4), que permitió un ahorro del 75% de la fertilización química establecida en el ciclo productivo evaluado.
- Se realizó el análisis económico de los tratamientos evaluados donde se presentó un beneficio directo (BD) en todos los tratamientos evaluados, pero el tratamiento con mayor BD resultó el Tratamiento T4, que contenía una proporción de 75% de la fuente orgánica algas marinas y 25% de fertilización química, resultando un BD de 1.09 USD por cada dólar invertido, es así, que se puede decir que el efecto combinado de las dos fuentes en esta proporción; obtuvo la mayor respuesta rentable.

5.2. RECOMENDACIONES

- Establecer ensayos con combinaciones similares, para observar la respuesta morfológica en cultivos de interés, con la utilización del tratamiento destacado en esta investigación y poder observar, si existe, una respuesta equivalente; considerando las etapas fenológicas del cultivo e implementación de parcelas demostrativas que contemplen tratamientos control.

- Realizar estudios con los elementos utilizados en esta investigación (algas marinas y fertilizante químico), modificando su concentración porcentual, que permitan evidenciar resultados referentes con la respuesta del cultivo sobre la productividad.
- Utilizar otros insumos orgánicos y combinarlos con fertilización química para estudiar el efecto sobre el rendimiento de los cultivos de interés como la fresa y otros, de alta productividad en la zona, buscando la sostenibilidad del sistema productivo.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aupas-Narváez, J. A. (2023). *Evaluación de tres bioinsumos, enriquecidos con micorrizas en el cultivo de fresa (Fragaria sp) variedad Albión en la finca San Francisco, cantón Huaca.*
- Ayvar-Serna, S., Díaz-Nájera, J. F., Vargas-Hernández, M., Mena-Bahena, A., Tejeda-Reyes, M. A., & Cuevas-Aprisa, Z. (2020). Rentabilidad de sistemas de producción de grano y forraje de híbridos de maíz, con fertilización biológica y química en trópico seco. *Terra Latinoamericana*, 38(1), 9-16.
- Barrantes, E. S., Ballesteros, D. E., & Rosales, D. A. (2019). El efecto de la fertilización mineral, orgánica y mineral-orgánica sobre las características agroproductivas en plantas de café y de la calidad de taza. *Universidad en Diálogo: Revista de Extensión*, 9(2), 175-185.
- Bastar, S. G. (2019). Metodología de la investigación.
- Bauke, S. L., Amelung, W., Bol, R., Brandt, L., Brüggemann, N., Kandeler, E., . . . Schloter, M. (2022). Soil water status shapes nutrient cycling in agroecosystems from micrometer to landscape scales. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 185(6), 773-792.
- Bhatla, S. C., A. Lal, M., Kathpalia, R., & Bhatla, S. C. (2018). Plant mineral nutrition. *Plant physiology, development and metabolism*, 37-81.
- Brandán, E. (2009). Tratado de Horticultura. *Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán. Argentina.*
- Cacoango-Cuji, J. G. (2023). Determinación de los requerimientos hídricos y nutricionales de cuatro variedades de fresa (Fragaria x ananassa Duch) en semihidroponía bajo cubierta.
- Cocker, M. (2014). *Claxton: Field Notes from a Small Planet*: Random House.
- de la Cruz, T. P. C., Vidal, Z. E. O., Peregrino, J. A. S., & Mendoza, P. (2023). Evaluación del efecto antifúngico del sulfato de cobre (II) pentahidratado en *Moniliophthora roreri*. *Emerging Trends in Education*, 9(25), 8-18.
- Estrada-Arellano, E., Murillo-Amador, B., Cervantes-Vázquez, T. J. Á., Gallegos-Robles, M. Á., Fortis-Hernández, M., & Vázquez-Vázquez, C. (2022). Fertilización orgánica para mejorar calidad nutraceutica de híbridos de tomate y su efecto en las propiedades químicas del suelo. *Terra Latinoamericana*, 40.

- Fixen, P. E. (2010). Eficiencia de uso de nutrientes en el contexto de agricultura sostenible. *Informaciones Agronómicas - International Plant Nutrition Institute (IPNI)*, 76, 1-9.
- García-Bandala, G. (2019). Fenología, calidad y rendimiento de fruto de fresa variedad 'El Dorado' con fertilización química y orgánica.
- García-Castellanos, V., Becerril-Román, E., Saucedo-Veloz, C., Velazco-Cruz, C., Calderón-Zavala, G., Espinosa-Hernández, V., & Jaén-Contreras, D. (2019). Combinación de fertilización orgánica, inorgánica y hongos micorrízicos para mejorar calidad de los frutos de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch). *Agrociencia*, 53(8), 1247-1255.
- García-Figueroa, A., Ayala-Aponte, A., & Sánchez-Tamayo, M. I. (2019). Efecto de recubrimientos comestibles de Aloe vera y alginato de sodio sobre la calidad poscosecha de fresa. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 22(2).
- García-Guzmán, S. D., Bautista-Montealegre, L. G., & Bolaños-Benavides, M. M. (2019). Diagnóstico de la fertilidad de los suelos de cuatro municipios de Cundinamarca (Colombia) para la producción de plátano. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 22(1).
- González-Estrada, E., & Cosmes, W. (2019). Shapiro–Wilk test for skew normal distributions based on data transformations. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 89(17), 3258-3272. doi:<https://doi.org/10.1080/00949655.2019.1658763>
- González-Salas, U., Gallegos-Robles, M. Á., Preciado-Rangel, P., García-Carrillo, M., Rodríguez-Hernández, M. G., García-Hernández, J. L., & Guzmán-Silos, T. L. (2021). Efecto de fuentes de nutrición orgánicas e inorgánicas mezcladas con biofertilizantes en la producción y calidad de frutos de melón. *Terra Latinoamericana*, 39.
- Hartemink, A. E. (2016). The definition of soil since the early 1800s. *Advances in agronomy*, 137, 73-126.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación* (Vol. 4): McGraw-Hill Interamericana México.
- Kirschbaum, D. S. (2022). *Características botánicas, fisiología y tipos de variedades de fresas* (8416909474). Retrieved from
- Ledyard, J. O. (2020). of Experimental Research. *The handbook of experimental economics*, 111.
- Lin, Z., Pang, S., Zhang, W., Mishra, S., Bhatt, P., & Chen, S. (2020). Degradation of acephate and its intermediate methamidophos: mechanisms and biochemical pathways. *Frontiers in Microbiology*, 11, 2045. doi:<https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.02045>

- López-Padrón, I., Martínez-González, L., Pérez-Domínguez, G., Reyes-Guerrero, Y., Núñez-Vázquez, M., & Cabrera-Rodríguez, J. A. (2020). Las algas y sus usos en la agricultura. Una visión actualizada. *Cultivos Tropicales*, 41(2).
- Lucero, P. D. (2015). *Efecto del uso de levaduras y concentración de Brix en las características fisicoquímicas y sensoriales de vino de fresa con miel*. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2015.
- Marí-León, A. I., Aibar-Lete, J., Pardo-Sanclemente, G., Cirujeda-Ranzenberger, A., Montull, J., & Aguado-Martínez, A. M. (2023). Modos de acción de los herbicidas: Nueva nomenclatura.
- Marschner, H. (2011). *Marschner's mineral nutrition of higher plants*: Academic press.
- Medjdoub, R. (2020). Las algas marinas y la agricultura. *División agrícola Catsaigner Diego Hermanos SA*.
- Mipaz-Yandún, d. R., María. (2019). *Evaluación de la fertilización orgánica e inorgánica utilizando dos tipos de acolchado en el cultivo de fresa (Fragaria sp) en las variedades Albión y Monterrey*. Universidad Politécnica Estatal del Carchi.
- Morales-Morales, E. J., Rubí-Arriaga, M., López-Sandoval, J. A., Martínez-Campos, Á. R., & Morales-Rosales, E. J. (2019). Urea (NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada de cultivos anuales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(8), 1875-1886.
- Morales-Quintana, L., Moya, M., Yáñez, M., Flores-Valenzuela, S., & Ramos, P. (2023). Mejora en el desempeño fisiológico y bioquímico de las fresas bajo estrés por sequía a través de la simbiosis con hongos endófitos antárticos. *Investigación Joven*, 10(2), 178-178.
- Muñiz-Veliz, C. A. (2023). *Beneficios del biol en el cultivo de pepino (Cucumis sativus)*. BABAHOYO: UTB, 2023.
- Navarro-García, G. (2023). *Fertilizantes. Química y acción*: Ediciones Mundi-Prensa.
- Neri-Paglianti, N. K., Pereira-Fajardo, E. A., López-Paredes, A. R. F., & Ovando-Cordón, M. C. A. (2024). Comparación de dos métodos de fertilización en fresa para su desarrollo. 1-2.
- O'Neill, M. E., & Mathews, K. L. (2002). Levene tests of homogeneity of variance for general block and treatment designs. *Biometrics*, 58(1), 216-224. doi:<https://doi.org/10.1111/j.0006-341X.2002.00216.x>
- Peñalozza Monroy, J., Reyes Ramírez, A. K., González Huerta, A., Pérez López, D. d. J., & Sangerman-Jarquín, D. M. (2019). Fertilización orgánica con tres niveles de gallinaza en cuatro cultivares de papa. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(5), 1139-1149.

- Porta-Casanellas, J., López-Acevedo-Reguarín, M., & Poch-Claret, R. M. (2019). *Edafología: uso y protección de suelos*: Ediciones Mundi-Prensa.
- Pulido-Araque, K. N., & Rincón-Luque, A. T. (2024). Evaluación de algunas variables de rendimiento agronómico de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) bajo fertilización orgánica y convencional.
- Romero-Romano, C. O., Ocampo-Mendoza, J., Sandoval-Castro, E., & Tobar-Reyes, J. R. (2012). Fertilización orgánica-mineral y orgánica en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananasa* Duch.) bajo condiciones de invernadero. *Ra Ximhai*, 8(3), 41-49.
- Rosado Hernández, D. C. (2019). Inventario de insectos asociados con arvenses en plantaciones de *Gmelina arborea* Roxb.(melina) con control químico, mecánico y sin control.
- Salcedo-Pérez, E., Ruiz Blandon, B. A., Hernández Álvarez, E., González Cruz, R., Bernabé-Antonio, A., Orozco-Guareño, E., . . . Delgado-Fornué, E. (2019). Propiedades del suelo y nitrógeno como indicadores del crecimiento en plantaciones comerciales de teca. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 10(52), 33-54.
- Sánchez-Otero, J. (2011). Introducción al diseño experimental. *Quito, Ecuador*, 235.
- Santillano-Cázares, J., Roque-Díaz, L. G., Núñez-Ramírez, F., Grijalva-Contreras, R. L., Robles-Contreras, F., Macías-Duarte, R., . . . Cárdenas-Salazar, V. (2019). La fertilidad del suelo afecta el crecimiento, nutrición y rendimiento de algodón cultivado en dos sistemas de riego y diferentes dosis de nitrógeno. *Terra Latinoamericana*, 37(1), 7-14.
- Solis, A. A., & Tobar, A. A. (2023). Efecto de un esquema combinado de incorporación de enmiendas orgánicas y fertilización convencional en la microbiota del suelo y el rendimiento del tomate (*Solanum lycopersicum* var. *Pony express*). Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana.
- Strand, L. L. (2008). *Integrated pest management for strawberries* (Vol. 3351): UCANR Publications.
- Terrazas-Rueda, J. M. (2019). Aprovechamiento del suelo salino: agricultura salina y recuperación de suelos. *Apthapi*, 5, 1539.
- Thompson, L. M., & Troeh, F. R. (2021). *Los suelos y su fertilidad*: Reverté.
- Undurraga, P., & Vargas, S. (2013). *Manual de Frutilla*: INIA.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	Queral Noriega Ricardo Sebastian	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401832030
PERIODO ACADÉMICO:	2025 A	PRESIDENTE TRIBUNAL:	MSC. JACOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER
DOCENTE:	MSC. CORONEL MONTEDEOCA NATALY TATIANA	DOCENTE TUTOR:	MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO
TEMA DEL TIC:	Respuesta del cultivo de Fresa (Fragaria sp) a la aplicación de fertilización orgánica combinada con inorgánica. Centro Experimental "San Francisco" cantón San Pedro de Huaco		

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7,67	Argumentar de mejor manera el problema / Actualizar la redacción de la formulación del problema / Mejorar la redacción del objetivo específico 1
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7,67	Citar en base a la normativa APA 7ma Ed. / Detallar la composición de los fertilizantes orgánicos con las mismas unidades
3	METODOLOGÍA	7,67	Actualizar la tabla de operacionalización de variables
4	RESULTADOS	7,67	Incluir la tabla de comprobación de supuestos
5	DISCUSIÓN	7,67	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7,67	Redactar las conclusiones en función a los objetivos planteados
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,67	
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7,33	Actualizar el formato del documento escrito

Obteniendo una nota de: **7,57** Por lo tanto, **APRUEBA** : debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a consignar su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **viernes, 7 de marzo de 2025**


 MSC. JACOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER
 PRESIDENTE TRIBUNAL


 MSC. CORONEL MONTEDEOCA NATALY TATIANA
 DOCENTE


 MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO
 DOCENTE TUTOR

Anexo 2. Certificado del resumen por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o
Investigación.**

Autor: Quelal Noriega Ricardo Sebastián

Fecha de recepción del abstract: 30 de octubre de 2024

Fecha de entrega del informe: 14 de noviembre de 2024

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9,5; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Martha Viveros

Docente responsable del
CIDEN

Anexo 3. Relación del potencial Hidrógeno (pH) y conductividad eléctrica (CE) requerido por el cultivo con el que se encuentra en el suelo.

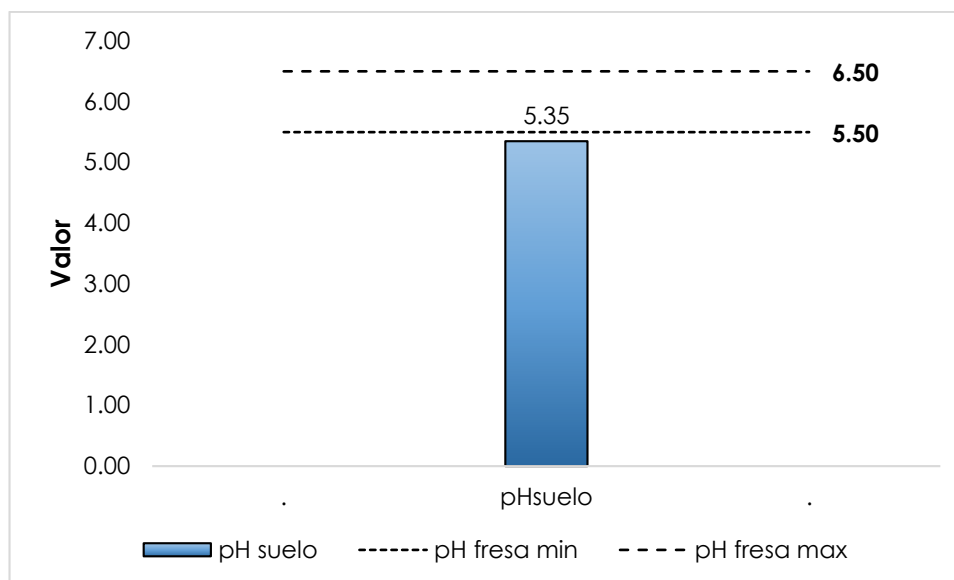


Figura 8. Potencial Hidrógeno.
Fuente: Análisis laboratorio Labornort.

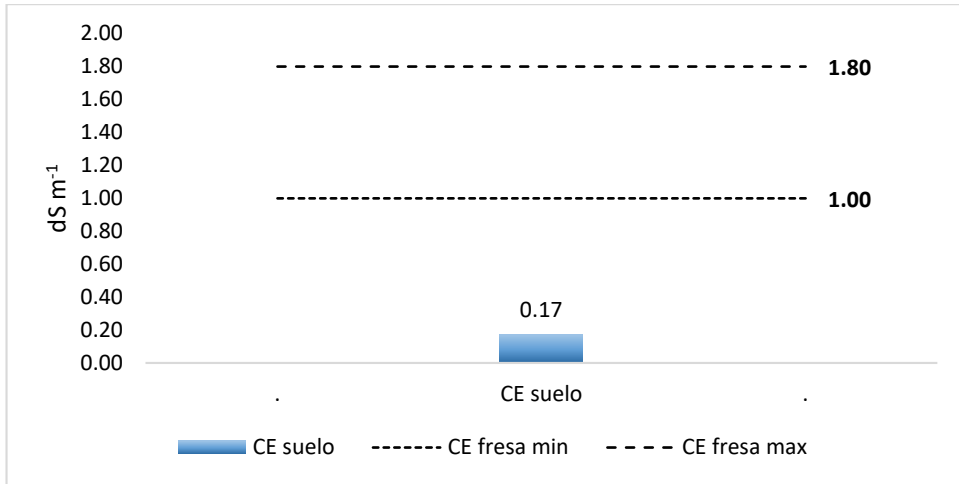
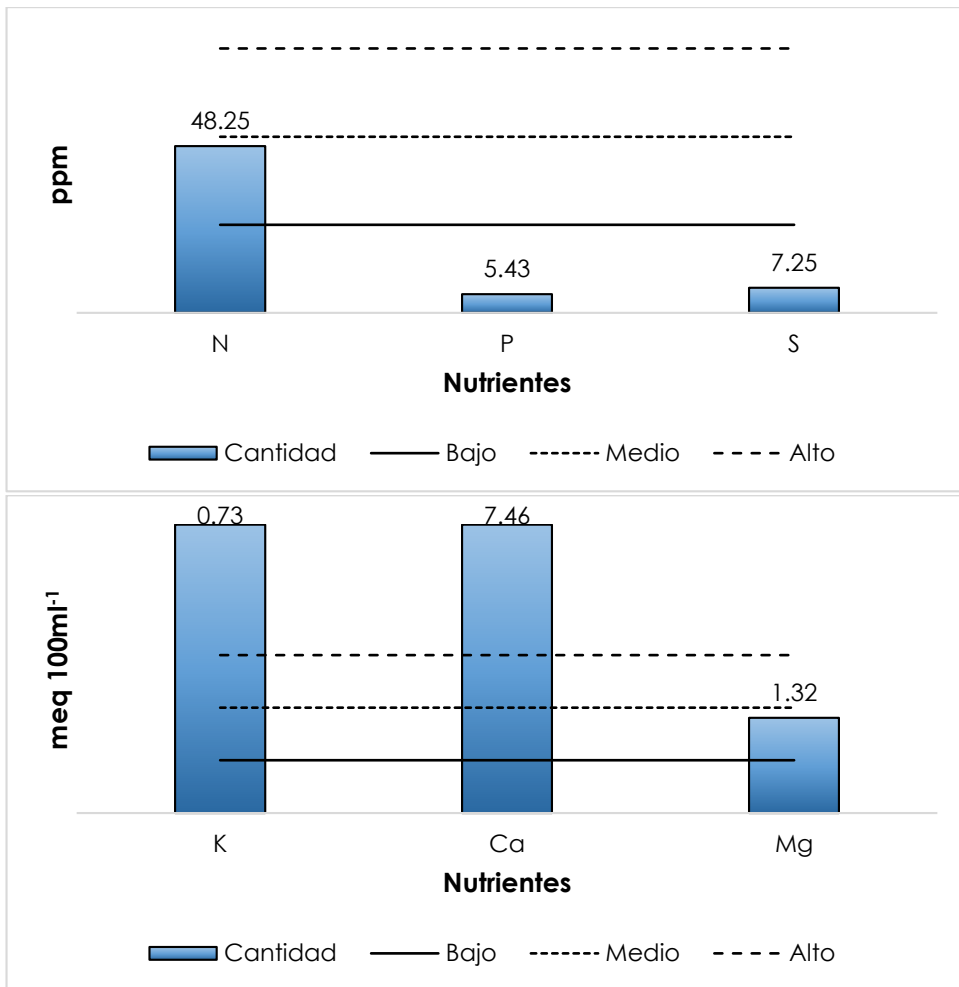


Figura 9. Conductividad Eléctrica.
Fuente: Análisis laboratorio Labornort.

Anexo 4. Niveles de nutrientes mayores y menores en el suelo



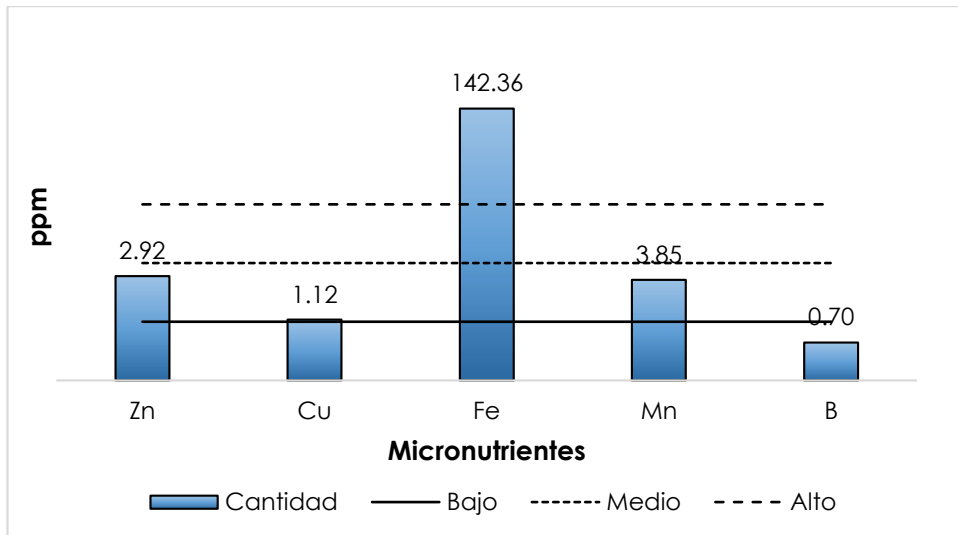


Figura 10. Niveles de nutrientes mayores y menores en el suelo
Fuente: Análisis laboratorio Labornort

Anexo 5. Contenido de nutrientes en el Biol utilizados en la investigación.

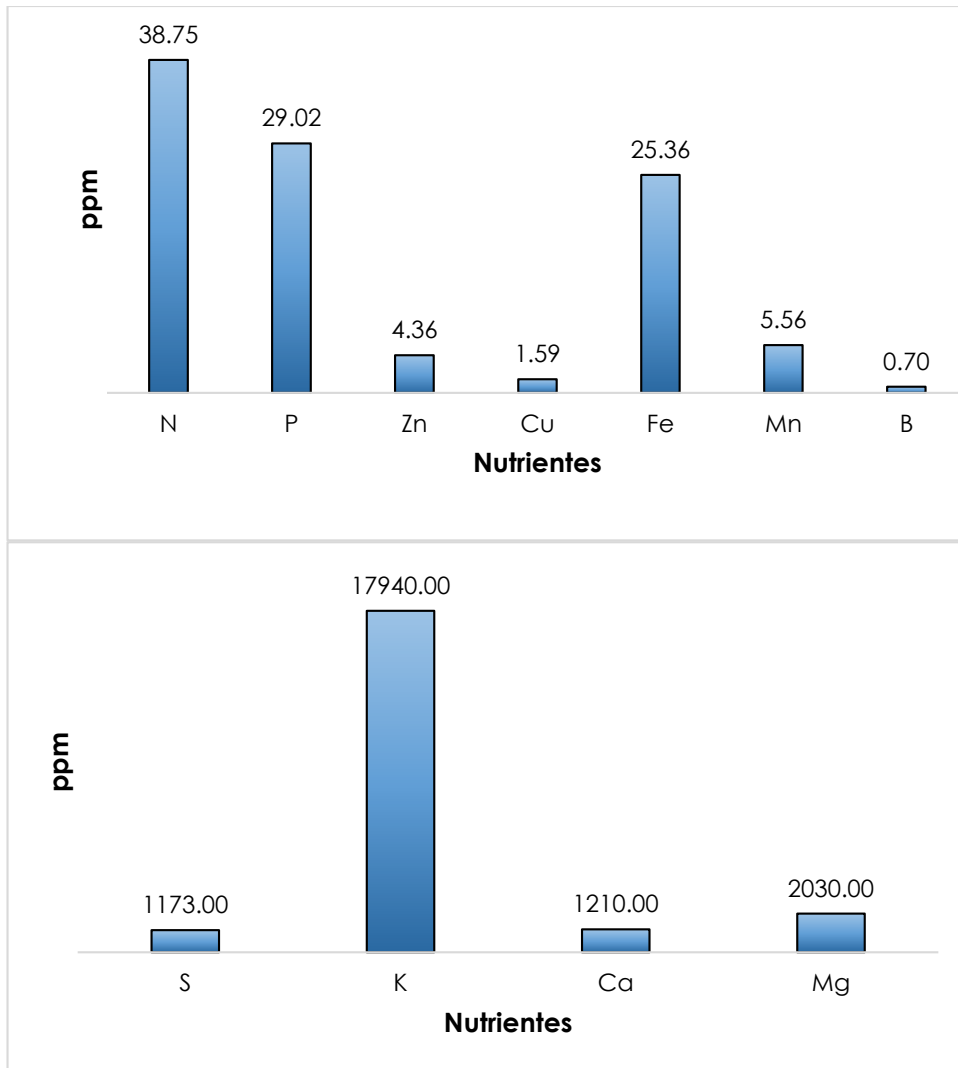


Figura 11. Contenido de nutrientes en el Biol utilizados en la investigación
Fuente: Análisis laboratorio Labornort

Anexo 6. Test Levene de homogeneidad de varianza consolidado de las variables con los Residuos Absolutos (RABS)

Tabla 25. Test Levene de homogeneidad de varianza consolidado de las variables con los Residuos Absolutos (RABS)

Residuos Absolutos – RABS	F de V	GL	SC	CM	F cal	p – valor	α
N ° Flores	Tr	5	0.17	0.03	1.24	0.3377	NS
N ° Frutas	Tr	5	4.40	0.88	0.92	0.4973	NS
Diámetro Polar – mm	Tr	5	1.33	0.87	1.40	0.2799	NS
Diámetro Ecuatorial – mm	Tr	5	0.68	0.14	1.19	0.3614	NS
° BRIX	Tr	5	0.31	0.06	1.79	0.1748	NS
Firmeza – lb cm ²	Tr	5	0.44	0.09	5.23	0.0560	NS
Peso de Fruta – g	Tr	5	1.72	0.34	3.52	0.2640	NS

F de V: Fuente de variación, GL: Grados de libertad, SC: Sumatoria de cuadrados, CM: Cuadrado medio, Fcal: Valor Fisher calculado, p – valor: Valor de probabilidad, α : Significancia (NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo).

El Anexo 6 muestra el test de supuestos del análisis de varianza de los datos de cada variable, como es el de homogeneidad de Levene, para lo cual, se utilizó los residuos absolutos de cada variable, el cual para todas las variables resultó no significativo al 0.05 de significancia estadística, lo que significa que no hay suficiente evidencia estadística para afirmar que las varianzas de los datos no sean significativamente diferentes, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula de que las varianzas no son significativamente diferentes, por lo tanto, las varianzas son homogéneas.

Anexo 7. Test de normalidad de Shapiro Wilks modificado, consolidado de las variables

Tabla 26. Test de normalidad de Shapiro Wilks modificado, consolidado de las variables

Variable	n	\bar{x}	D.E	W*	p – valor (Una cola)	α
N ° Flores	24	2.36	0.55	0.91	0.0829	NS
N ° Frutas	24	11.77	3.57	0.94	0.3587	NS
Diámetro Polar – mm	24	38.38	2.00	0.88	0.1640	NS
Diámetro Ecuatorial – mm	24	28.15	1.11	0.94	0.4548	NS
° BRIX	24	10.15	0.57	0.91	0.0991	NS
Firmeza – lb cm ²	24	4.20	0.40	0.90	0.0540	NS
Peso de Fruta – g	24	12.72	1.32	0.95	0.5177	NS

n: Número de datos, \bar{x} : Media general, DE: Desviación estándar, W*: Estadístico de normalidad, p – valor: Valor de probabilidad, α : Significancia (NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo).

El Anexo 7 muestra el test de supuestos del análisis de varianza de los datos de cada variable, como es el de normalidad de Shapiro Wilks, para lo cual, se ayudó del software INFOSTAT, por lo tanto, para todas las variables resultó no significativo al 0.05 de significancia estadística, lo que significa que no hay suficiente evidencia estadística para afirmar que los datos no se distribuyan normalmente, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula de que los datos se distribuyen normalmente.

Anexo 8. Costos de producción del cultivo de Fresa

Tabla 27. Costos de producción del cultivo de Fresa

Tesis de Investigación - Fresa - Fertilización combinada				
Costos de producción / 288 m ² (Área experimental neta)				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1. Materiales y equipos				
Cinta métrica	U	1	0,50	0,50
Penetró metro mecánico	U	1	60,67	60,67
Calibrador de distancia digital	U	1	20,00	20,00
Refractómetro	U	1	33,00	33,00
Bomba de fumigación	U	1	110,37	110,37
Balanza digital	U	1	135,00	135,00
Acolchado	m2	448,80	0,22	98,74
Costo Fijo Total	US\$			458,28
2. Insumos				
Maximic (1 L)	L	0,069	16,00	1,10
Green K plus (1 L)	L	0,069	10,50	0,72
Humakel W (1 Kg)	Kg	0,069	13,20	0,91
Fertax algae (1 L)	L	0,201	14,40	2,90
Tanasol (1 L)	L	0,069	8,00	0,55
Biol (1 L)	L	9,480	3,00	28,44
Insecticida (Caldo sulfocálcico) (1 L)	L	0,500	50,00	25,00
Fungicida (Caldo sulfocálcico) (1 L)	L	0,500	50,00	25,00
3. Preparación del suelo y siembra				
Instalación de Acolchado	Jornal	2	8,00	16,00
4. Labores culturales				
Deshierba	Jornal	13	8,00	104,00
Seguimiento, riego	Jornal	13	8,00	104,00
Poda de renovación	Jornal	2	8,00	16,00
Control fitosanitario	Jornal	13	8,00	104,00
4. Cosecha				
Recolección	Jornal	13	8,00	104,00
Transporte	Jornal	13	8,00	104,00
Costo Variable Total	US\$			636,62
Imprevistos	US\$	%	10	63,66
Mano de Obra Directa Total				552,00
Insumos				84,62
Costo total de producción				1158,56

Anexo 9. Evidencia fotográfica de la fase de campo



Figura 12. Área del ensayo



Figura 13. Unidades experimentales



Figura 14. Poda



Figura 15. Control Fitosanitario



Figura 16. Productos de los tratamientos utilizados



Figura 17. Nutrición



Figura 18. Etapas del cultivo



Figura 19. Instrumentos de toma de datos



Figura 20. Toma de datos



Figura 21. Cosecha de la fresa



Figura 22. Producto listo para su comercialización