

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



FUENTES Y NIVELES DE MATERIA ORGÁNICA EN LA PRODUCCION DE
Fragaria vesca Var. San Andreas EN BOLSA

Tesis

Para optar el título de:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:
ANTHONY STEVE AGUILAR SHANIGUA

Asesor
CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS

Tingo María – Perú.

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Km 1.21 carretera Tingo María. Telf. (062) 561136 E.mail: fagro@unas.edu.pe

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 020-2023-FA-UNAS

BACHILLER : ANTHONY STEVE AGUILAR SHANIGUA

TÍTULO : **"FUENTES Y NIVELES DE MATERIA ORGÁNICA EN LA PRODUCCION DE *Fragaria vesca* Var. San Andreas EN BOLSA"**

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO

VOCAL : M.Sc. JORGE LUIS ADRIAZOLA DEL AGUILA

VOCAL : Dr. EDILBERTO CESAR DAVILA ZAMORA

ASESOR : Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 21/07/2023

HORA DE SUSTENTACIÓN : 09:00 A.M.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA AUDIVISUAL DE LA F.A

CALIFICATIVO : BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 21 DE JULIO DE 2023

.....
Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO
PRESIDENTE

.....
M.Sc. JORGE LUIS ADRIAZOLA DEL AGUILA
VOCAL

.....
Dr. EDILBERTO CESAR DAVILA ZAMORA
VOCAL

.....
Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS
ASESOR



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 258- 2023 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Agronomía

Tipo de documento:

Tesis

X

Trabajo de investigación

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
FUENTES Y NIVELES DE MATERIA ORGÁNICA EN LA PRODUCCION DE Fragaria vesca Var. San Andreas EN BOLSA	ANTHONY STEVE AGUILAR SHANIGUA	16 % dieciséis

Tingo María, 20 de setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCION DE GESTION DE LA INVESTIGACION

Dr. Tomas Menacho Mallqui
DIRECTOR

VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL
TITULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE
Y TESISISTA

(Resol. N° 113-2019-CU-R-UNAS)

I. Datos Generales de Pregrado

Universidad	:	Universidad Nacional Agraria de la Selva.
Facultad	:	Facultad de Agronomía.
Título de tesis	:	Fuentes y niveles de materia orgánica en la producción de <i>Fragaria vesca</i> Var. San Andreas en bolsa.
Autor	:	Aguilar Shanigua Anthony Steve.
Asesor de tesis	:	Miranda Armas, Carlos Miguel.
Escuela Profesional	:	Agronomía.
Programa de investigación	:	Suelos y fertilizantes.
Línea(s) de investigación	:	Fertilidad, dosificación, manejo y recuperación de suelos.
Eje Temático	:	Materia orgánica en fresa.
Lugar de ejecución	:	Ciudad de Tingo María.
Duración	:	Inicio : Setiembre 2021 Término : Febrero 2022
Financiamiento	:	FEDU : S/0.00 Propio : S/3,800.00 Otros : S/0.00

Tingo María, Perú, noviembre 2023.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Anthony Steve'.

Anthony Steve Aguilar Shanigua

Tesista

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Carlos Miguel'.

Carlos Miguel Miranda Armas

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



FUENTES Y NIVELES DE MATERIA ORGÁNICA EN LA PRODUCCION DE
***Fragaria vesca* Var. San Andreas EN BOLSA**

Autor	: Aguilar Shanigua Anthony Steve
Asesor	: Ing. Carlos Miguel Miranda Armas
Programa de investigación	: Suelos y Fertilizantes
Línea(s) de investigación	: Fertilidad, dosificación, manejo y recuperación de suelos
Eje temático	: Materia orgánica en fresa
Lugar de ejecución	: Fundo Agronomía – Tingo María
Duración	: 6 meses
Financiamiento	: S/. 3 800,00

Tingo María – Perú - noviembre, 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Km 1.21 carretera Tingo María. Telf. (062) 561136 E.mail: fagro@unas.edu.pe

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 020-2023-FA-UNAS

BACHILLER : ANTHONY STEVE AGUILAR SHANIGUA

TÍTULO : **"FUENTES Y NIVELES DE MATERIA ORGÁNICA EN LA PRODUCCION DE *Fragaria vesca* Var. San Andreas EN BOLSA"**

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO

VOCAL : M.Sc. JORGE LUIS ADRIAZOLA DEL AGUILA

VOCAL : Dr. EDILBERTO CESAR DAVILA ZAMORA

ASESOR : Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 21/07/2023

HORA DE SUSTENTACIÓN : 09:00 A.M.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA AUDIVISUAL DE LA F.A

CALIFICATIVO : BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 21 DE JULIO DE 2023

.....
Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO
PRESIDENTE

.....
M.Sc. JORGE LUIS ADRIAZOLA DEL AGUILA
VOCAL

.....
Dr. EDILBERTO CESAR DAVILA ZAMORA
VOCAL

.....
Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por la vida, la salud, por mi familia, por permitirme alcanzar mis metas y por llenar de bendiciones cada etapa de mi vida que inspiro mi alma para terminar mis estudios y tesis, por darme ánimos, ganas y motivación para lograr mis metas como persona y profesional.

A mi madre Gloria Betty Shanigua, por educarme, apoyarme en todo este camino y sabiendo solucionar mis errores con sus consejos, por su motivación constante que me ha permitido nutrir e inculcar este don de sabia responsabilidad. ¡Gracias por darme la vida!

A mis amigos Jhonatan, Jumaroi, Don Fredy y César, por ser de ayuda en la ejecución del proyecto y momentos difíciles. Por su comprensión, paciencia y apoyo que me dieron para completar mi carrera.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María y en especial a los docentes que conforman la Facultad de Agronomía por compartir su conocimiento y enseñanzas, las que contribuyeron para mi formación profesional.
- Al Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano en calidad de presidente de jurado de tesis, por revisar la redacción general de presente trabajo de tesis.
- A los miembros del jurado, el M.Sc. Jorge Luis Adriazola Del Águila, Dr. Edilberto Cesar Davila Zamora, por contribuir mediante sus oportunas observaciones y sugerencias en la revisión académica científica que mejoraron el informe final de tesis.
- Al Ing. Carlos Miranda Armas en calidad de asesor, por sus enseñanzas, consejos y sugerencias constantes que contribuyeron a la culminación de este trabajo de tesis.
- Al personal del fundo de la Facultad de agronomía, por su apoyo brindado durante el transcurso y ejecución de la tesis.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	1
ABSTRACT	1
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Origen y distribución del cultivo	3
2.2. Descripción botánica.....	5
2.3. Variedades de fresa.	9
2.4. Necesidades climatológicas.	11
2.4.1. Temperatura	12
2.4.2. Humedad relativa.....	12
2.4.3. Horas frío:.....	12
2.4.4. Luminosidad	13
2.4.5. Precipitación	13
2.4.6. pH	13
2.5. Métodos de propagación de la fresa.	14
2.5.1. Multiplicación vegetativa por estolones:.....	15
2.5.2. División de plantas:	15
2.5.3. Siembra directa de semillas:	15
2.6. Necesidades Nutricionales.	16
2.7. Importancia económica del cultivo de fresa en Perú.	16
2.8. Adaptación de plantas de clima frío a climas cálidos.	17
2.9. Gallinaza	18
2.9.1. Características de la gallinaza.....	19
2.10. Lombrihumus	20
2.10.1. Características del lombrihumus	21

2.10.2. Contribución del lombrihumus a las plantas y el suelo.	22
2.11. Antecedentes	24
III. MATERIALES Y MÉTODOS.	26
3.1. Ubicación del experimento	26
3.1.1. Características climáticas y zona de vida	26
3.2. Materiales y métodos	27
3.2.1. Materiales.	27
3.2.2. Metodología.....	27
3.2.3. Variables Evaluadas.....	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1. Altura de planta.....	35
4.2. Número de flores por planta	40
4.3. Características del fruto (largo, ancho y peso).....	42
4.4. Materia Seca	43
4.5. Grado brix	45
4.6. Estimación del rendimiento	46
4.7. Análisis de rentabilidad o relación (B/C).	48
V. CONCLUSIONES.....	51
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	52
VII. REFERENCIAS.	53
ANEXO	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Valores nutricionales de la gallinaza.....	20
2. Comparación del contenido nutrimental de lombrihumus de <i>Eisenia foetida</i> con estiércol de bovino	22
3. Descripción de los Tratamientos en estudio.....	27
4. Datos meteorológicos registrados en SENAMHI en los meses de evaluación y ejecución del experimento.	29
5. Análisis inicial de suelo.	30
6. Análisis inicial de abonos orgánicos y análisis final de la aplicación de los abonos orgánicos.	32
7. Cuadrado medio del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para altura de plantas evaluados a los 60, 75, 90 y 120 dds.	36
8. Promedios del efecto del tipo de abono y de la dosis de aplicación sobre la altura de planta (60, 75, 90 y 120 dds).....	37
9. Cuadrado medio del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para el numero de flores/planta.	40
10. Efecto del tipo de abono y de la dosis de aplicación sobre el número de flores en plantas de fresa.	41
11. Efecto del tipo de abono y de la dosis de aplicación sobre el tamaño de fruto (largo x ancho) y peso del fruto de fresa	42
12. Análisis de varianza ($\alpha=0,05$) para la materia seca de las plantas de fresa.	43
13. Materia seca de fresa por tratamientos.	44
14. Estimación de grados Brix ($^{\circ}$ Brix) del cultivo de fresa.....	46
15. Estimación de rendimiento del cultivo de fresa	47
16. Análisis de rentabilidad en la producción de fresas	50
17. Datos de análisis de suelo y abonos orgánicos.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ubicación de la parcela experimental.	26
2. Variación de los datos meteorológicos analizados en los meses de setiembre 2021 a febrero 2022	29
3. Variación de la altura de plantas de fresa por efecto de la aplicación de diferentes dosis de los fertilizantes orgánicas (60, 75, 90 y 120 dds).....	38
4. Contenido de materia seca(g/planta) en fresa.	45
5. Promedio a (fruto/bolsa) y rendimiento b (kg/bolsa) en fresa en 2; 2,5 y 3 % de M.O.	48
6. Parcela experimental con las bolsas para sembrar	60
7. Esquejes de las plantas climatizandose.....	60
8. Trasplante de los esquejes a las bolsas.....	61
9. Parcela completa con todos los tratamientos.	61
10. Evaluacion de frutos.....	62
11. Evaluación de frutos por tratamiento	62
12. Evaluacion de produccion.	63
13. Medición de altura de los tratamientos.	63
14. Vista de los tratamientos.	64
15. Visita del jurado y asesor.	64
16. Visita del presidente del jurado a la parcela	65
17. Medicion de grados brix.....	65
18. Recolección de frutos.....	66
19. Medida de los frutos.....	66
20. Evaluacion de la materia seca.	67
21. Pesado de la muestra seca	67
22. Croquis del área experimental.....	68
23. Croquis de un tratamiento en estudio.....	68
24. Análisis final de los tratamientos aplicados estiércol.	74

RESUMEN

El cultivo fresa en el Perú viene a ser un producto de gran importancia económica en la región costa tanto para el comercio local como para exportación, sin embargo, hay múltiples factores que afectan de manera significativa en un elevado costo en la producción de fresa, entre los que predominan y esta intrínsecamente relacionados en su mayoría con el sistema de transporte y carreteras. La contaminación de las zonas agrícolas en especial del agua y suelo por uso de fertilizantes en la plantación, es crucial examinar opciones para suministrar nutrientes a los cultivos y garantizar niveles de producción óptimos. Por lo tanto, en esta investigación se examinó el impacto de dos fuentes de abono orgánico, lombrihumus y gallinaza, en la adaptabilidad y producción de fresas de la variedad San Andreas (*Fragaria vesca*)

Cada uno de los abonos fue usado en tres niveles (2 %; 2,5 % y 3 %) para realizar el experimento y analizar cómo afecta la altura de las plantas, el número de flores, el tamaño y el peso del fruto. El estudio se llevó a cabo utilizando un diseño experimental de bloques completamente al azar, donde se consideraron dos factores: el tipo de abono y la dosis de aplicación. Los resultados revelaron que tanto el tipo de producto como la dosis aplicada tuvieron un efecto significativo en todas las variables evaluadas. Se observaron los valores más altos cuando se utilizó lombrihumus en un nivel de 3 % M.O/bolsa (T₇) llegando a tener una producción estimada de 1,98 kg/bolsa, lo cual se reflejó en una mayor altura de planta, un mayor número de flores, así como un tamaño y peso de fruto superiores. Los resultados obtenidos con el uso de gallinaza T₄ en la dosis de 1,76 kg/planta también mostro mejoras significativas, aunque en menor medida que con el lombrihumus con una producción estimada de 1,64 kg/bolsa. Con base en los resultados positivos obtenidos en la presente investigación, se sugiere la inclusión de la fresa como cultivo emergente en la localidad con la aplicación y uso de los abonos ya mencionados, se recomienda realizar un estudio económico para evaluar la factibilidad de uso.

Palabras clave: Abonos, gallinaza, lombrihumus, producción de fresa

ABSTRACT

Strawberry cultivation in Peru is a product of great economic importance in the coastal region, both for local trade and export. However, there are multiple factors that significantly affect the high cost of strawberry production, with most of them being related to the transportation and road systems. Pollution in agricultural areas, especially water and soil pollution caused using fertilizers in plantations, makes it crucial to explore options for supplying nutrients to crops and ensuring optimal production levels. Therefore, this research examined the impact of two sources of organic fertilizers, lombrihumus and gallinaza (chicken manure), on the adaptability and production of San Andreas variety strawberries (*Fragaria vesca*).

Each fertilizer was used at three levels (2 %, 2,5 %, and 3 %) to conduct the experiment and analyze their effects on plant height, number of flowers, fruit size, and weight. The study was carried out using a completely randomized block design, considering two factors: the type of fertilizer and the application dosage. The results revealed that both the type of fertilizer and the applied dosage had a significant effect on all the evaluated variables. The highest values were observed when using lombrihumus at a dosage of 1,33 kg/plant (T₇), resulting in an estimated production of 26,6 tn/ha, which was reflected in greater plant height, a higher number of flowers, as well as larger and heavier fruits. Results obtained with the use of gallinaza at a dosage of 1,76 kg/plant (T₄) also showed significant improvements, although to a lesser extent compared to lombrihumus, with an estimated production of 21,8 tn/ha.

Based on the positive results obtained in this research, the inclusion of strawberries as an emerging crop in the locality is suggested, with the application and use of the mentioned fertilizers. It is recommended to conduct an economic study to evaluate the feasibility of their use.

Keywords: Fertilizers, vermicompost, chicken manure, production, strawberry

I. INTRODUCCIÓN

La fresa es una fruta altamente valorada en el Perú y en todo el mundo por su valor nutritivo y exquisito sabor. En los últimos años, la producción de fresa en el Perú ha experimentado un notable incremento, alcanzando un volumen de exportación de 14 240 toneladas en el 2022. La mayoría de las plantaciones se concentran en el Norte Chico, especialmente en los valles de Huaral, Huaura y Barranca, donde se cultivan variedades mejoradas utilizando técnicas de riego tecnificado y mulching. Sin embargo, también existen producciones de fresa en la sierra peruana, en regiones como Arequipa y Cusco, que aprovechan la contra estación para abastecer el mercado local

Entre los desafíos que enfrenta la producción de fresa en el Perú, destaca el alto costo del transporte desde las zonas costeras hasta las regiones selváticas, donde la demanda de esta fruta es significativa. Por otro lado, la problemática asociada al cultivo de la fresa en el país radica en los elevados costos de producción y comercio. De acuerdo con un estudio realizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2019), estos altos costos de producción se deben principalmente al uso excesivo de agroquímicos y la falta de adopción de tecnologías adecuadas en el proceso de cultivo de la fresa. Además, los costos elevados de transporte y distribución se atribuyen a la falta de infraestructura y al mal estado de las carreteras en ciertas zonas. El transporte por carretera conlleva el riesgo de pérdida de calidad y un aumento en los precios para los consumidores finales. Una alternativa para abordar esta problemática sería impulsar el desarrollo de la producción de fresa en la selva, aprovechando las condiciones climáticas favorables y el uso de materia orgánica para mejorar la fertilidad del suelo.

La viabilidad de la producción de fresa en Tingo María es evidente, dado que representa un sector agrícola en constante crecimiento y podría convertirse en una fuente importante de ingresos para los agricultores locales. En este contexto, la incorporación de un nuevo cultivo con características sumamente atractivas para el consumo y la producción en la localidad sería ventajoso, sobre todo considerando las condiciones favorables que favorecen su integración como cultivo emergente. Además, al complementar la producción con otros cultivos locales, se garantiza el suministro de materia orgánica, elemento clave para la adaptación y el éxito en la producción de esta fruta en la zona.

En Tingo María, se encuentran diversas fuentes de materia orgánica disponibles, como residuos de cultivos, estiércol, compost y otros materiales orgánicos, todos los cuales aportan

nutrientes esenciales a las plantas y mejoran la calidad del suelo. Esta mejora en la calidad del suelo puede resultar en un aumento en la producción y calidad de la fruta. Además, mantener niveles adecuados de materia orgánica en el suelo contribuye a una mejor retención de agua y una estructura de suelo óptima, lo que favorece el crecimiento y desarrollo óptimos de las plantas de fresa. Como resultado, se podría lograr un aumento en la productividad, una reducción en los costos de producción y una mejora en la calidad de la fruta obtenida

En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivo estudiar la producción de la fresa en el clima de Tingo María, una ciudad ubicada en la región Huánuco, en la selva alta del Perú. Para lograr este objetivo, se implementó el experimento sobre la producción de fresa junto a la adaptación, utilizando unidades experimentales aisladas (bolsas agrícolas), con el fin de controlar factores excesivos como el agua y la erosión, y eliminando riesgos de efectos de borde y plagas, permitiendo un mejor control de malezas y asegurando así el cumplimiento del objetivo del experimento.

Se pretende evaluar el comportamiento agronómico y productivo de la variedad de fresa San Andreas bajo este clima, así como el efecto de la aplicación de materia orgánica en el rendimiento y la calidad de la fruta. A través de este estudio, se busca contribuir significativamente al desarrollo de la producción de fresa en la selva peruana, al tiempo que se generan oportunidades de ingresos para los pequeños productores locales. Este enfoque integral tiene como objetivo lograr un equilibrio entre la agricultura sostenible, la viabilidad económica y el desarrollo regional.

1.1. Objetivo general

Evaluar la producción de fresa bajo la influencia de dos fuentes de materia orgánica en tres niveles aplicados en bolsas – Tingo María.

1.2. Objetivos específicos

1. Determinar la mejor fuente de abono orgánico en el crecimiento y rendimiento de fresa.
2. Determinar el mejor nivel de abono orgánico en la producción, desarrollo y rendimiento de fresa.
3. Efectuar un análisis de rentabilidad y beneficio costo (B/C) de los tratamientos en estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen y distribución del cultivo

La fresa es una fruta de gran importancia a nivel mundial, con una producción anual que supera los 4 millones de toneladas (FAO, 2019). Su origen se ubica en el hemisferio norte, específicamente en las regiones templadas de Europa, Asia y América del Norte. Según historiadores, los antiguos romanos y griegos ya conocían esta fruta, pero fue en el siglo XVII que comenzó a cultivarse en Francia e Inglaterra, y a partir del siglo XVIII se expandió a otros países de Europa y a América del Norte (Hancock et al., 2019).

Según un estudio publicado en el *Journal of the American Society for Horticultural Science*, (2016) (*Fragaria* × *ananassa*) se originó en Europa y América del Norte, como resultado de la hibridación de dos especies de fresas silvestres: la *Fragaria chiloensis* de América del Sur y la *Fragaria virginiana* de América del Norte. Los autores del estudio afirman que se cree que la hibridación tuvo lugar en Europa a mediados del siglo XVII, cuando la *Fragaria chiloensis* fue introducida en los jardines botánicos europeos.

Respecto a su distribución, la fresa se cultiva actualmente en todo el mundo, en climas que van desde los tropicales hasta los templados. Según un informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2019), los principales productores de fresa son China, Estados Unidos, México, España, Turquía, Egipto, Corea del Sur, Japón e Italia. Por otro lado, un estudio publicado en la revista científica *Plant Science*, afirma que la fresa se introdujo por primera vez en América del Norte por los primeros colonos europeos, y se convirtió en un cultivo importante en la costa este de Estados Unidos en la década de 1830. El estudio también indica que la fresa se expandió a otras regiones de Estados Unidos y a otros países de América del Sur, como Chile, que es conocido por su producción de fresas de calidad (Hancock et al., 2019).

El cultivo de fresa se ha expandido a diferentes regiones del mundo, y se ha adaptado a diferentes sistemas de cultivo, como el cultivo en suelo y el cultivo en sustratos. Según Hernández. (2015), el cultivo de fresa en suelo requiere de una buena preparación del terreno y un adecuado manejo de la fertilización y el riego. Por otro lado, el cultivo en sustratos se ha vuelto una opción cada vez más popular, ya que permite ahorrar agua, disminuir el uso de fertilizantes y cultivar en áreas con suelos poco adecuados.

Uno de los antepasados de la variedad San Andreas es la variedad Chandler, la cual se caracteriza por tener un sabor dulce y una alta calidad de fruto. Sin embargo, la Chandler presenta algunos problemas, como una baja resistencia a enfermedades y una producción irregular. Para solucionar estos problemas, los investigadores de la Universidad de California utilizaron diversas técnicas de mejoramiento genético, como el cruzamiento de diferentes variedades y la selección de individuos con características deseables. De esta manera, lograron obtener la variedad San Andreas, la cual es una mejora significativa con respecto a sus antepasados. (Hancock et al., 2019).

La fresa Variedad San Andreas fue desarrollada por el programa de Mejoramiento Genético de la Universidad de California en Davis, liderado por el Dr. Doug Shaw y el Dr. Kirk Larson. Fue presentada al mercado en el año 2009 y desde entonces ha ganado popularidad en todo el mundo debido a su alta productividad, resistencia a enfermedades y excelente sabor. La variedad San Andreas se caracteriza por tener frutos grandes y firmes, de un rojo brillante y un sabor dulce y aromático. Además, tiene una vida útil prolongada después de la cosecha, lo que la hace ideal para el transporte y la comercialización. El programa de Mejoramiento Genético de la Universidad de California en Davis ha desarrollado numerosas variedades de fresa exitosas a lo largo de los años, pero la San Andreas ha sido especialmente destacada por su éxito comercial. El proceso de selección de esta variedad se basó en la combinación de características como la resistencia a enfermedades, la calidad de fruto y la productividad, entre otros factores. (García-Sánchez, 2014).

Hoy en día, la variedad San Andreas se cultiva en muchos países, incluyendo el Perú, y es una de las opciones preferidas por los agricultores y consumidores por su sabor y calidad de fruto. Según un artículo publicado en la revista *California Agriculture* en el año 2006 (Govindarajulu et al, 2013), se describió que la variedad San Andreas fue desarrollada con la finalidad de desarrollar una fresa con una alta calidad y rendimiento, resistente a enfermedades y con un sabor excepcional. El artículo también menciona que la variedad San Andreas es el resultado de cruzar las variedades Douglas y Cal 96.

La variedad San Andreas se ha adaptado muy bien al cultivo en sustratos, especialmente en sistemas hidropónicos, donde el agua y los nutrientes se suministran directamente a las raíces de la planta. Según Pérez (2018), El cultivo hidropónico de fresa se ha convertido en una alternativa interesante para el cultivo de esta especie, especialmente en áreas donde la calidad del suelo es pobre o insuficiente.

El manejo agronómico de la variedad San Andreas requiere de una adecuada fertilización y riego. Según Calderón (2019), La fertilización debe ser equilibrada y basada en el análisis de suelos y agua, para evitar problemas de sobre fertilización que puedan afectar la calidad de los frutos. En cuanto al riego, se recomienda realizar riegos frecuentes pero moderados, para mantener la humedad del sustrato en niveles óptimos

2.2. Descripción botánica.

La fresa, *Fragaria* spp., es una planta perenne de la familia Rosaceae, que produce frutos carnosos y dulces y que se reproduce a través de semillas y estolones o corredores (Hancock et al., 2019). Las semillas de fresa son pequeñas, de forma irregular y con una superficie rugosa (Sánchez-Sevilla et al., 2014). Al germinar, dan lugar a plántulas que se caracterizan por tener un sistema radicular poco desarrollado y hojas simples y trifoliadas (Knapp y Mráz, 2018). A medida que la planta crece, desarrolla una corona o roseta de hojas que se eleva del suelo y a partir de la cual se desarrollan los estolones o corredores. Los estolones son tallos delgados que crecen horizontalmente sobre la superficie del suelo y producen nuevas plántulas en los nudos que se forman a lo largo de su longitud (Hancock et al., 2019).

La variedad San Andreas es una de las variedades de fresa más populares en la actualidad debido a su elevado rendimiento y calidad del fruto. Desde el punto de vista botánico, la fresa tiene características únicas que la distinguen de otras plantas. Desde el punto de vista genético, la fresa posee características interesantes. Según Medina-Luna. (2011), la fresa es un modelo interesante para el estudio de la evolución y la genética de las plantas debido a su amplia variabilidad genética y la facilidad de cruzamiento. Además, la variedad San Andreas ha sido sometida a mejoramiento genético para obtener sus características deseables, como la calidad y el alto rendimiento del fruto.

La planta de fresa es una planta herbácea que crece en forma de roseta. Según Kader (2011), la planta de fresa tiene un sistema radicular poco profundo que se extiende horizontalmente cerca de la superficie del suelo. Las hojas de la fresa son grandes, de forma triangular, y presentan bordes dentados. Las flores de la fresa son pequeñas, blancas o rosadas, y se producen en grandes cantidades durante la primavera y el verano.

El fruto de la fresa es una baya compuesta, formada por numerosos aquenios (pequeñas semillas) incrustados en la pulpa carnosa y roja del fruto. Según Hancock (2019), Cada aquenio contiene una semilla, y la pulpa jugosa de la fresa es en realidad el receptáculo

floral modificado. La variedad San Andreas produce frutos grandes y con una excelente calidad, con un sabor dulce y un alto contenido de antioxidantes.

Los requisitos que puso el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) para la comercialización de fresa son los siguientes: ser fresca, sana, limpia y sin daños por plagas o enfermedades debe tener un color rojo uniforme, sin manchas verdes o marrones, y una forma regular y simétrica, tener un tamaño mínimo de 15 mm de diámetro y un peso mínimo de 5 g y 7 °Brix. Norma NTP 011.011

La fresa es una fruta compuesta por diferentes partes, cada una de las cuales tiene su propia descripción botánica. A continuación, se presenta una breve descripción de cada parte de la fresa, acompañada de la cita del autor correspondiente:

1. Raíz: La raíz de la fresa San Andreas es pivotante, es decir, presenta una raíz principal con numerosas raíces secundarias que se extienden en diferentes direcciones. Esta estructura de la raíz permite a la planta de fresa San Andreas penetrar en el suelo en busca de nutrientes y agua, lo que la convierte en una planta resistente a la sequía y capaz de adaptarse a diferentes condiciones ambientales. Según la investigación de Mena-Violante et al. (2019), la profundidad de la raíz de la fresa San Andreas puede variar dependiendo del tipo de suelo y las condiciones climáticas en las que se cultiva.

2. Tallo: El tallo de la fresa es delgado y tiene una longitud de entre 10 y 20 centímetros. Según Akyüz et al. (2020), el tallo de la fresa es erecto, delgado y piloso. El tallo de la fresa San Andreas es erecto y presenta numerosas ramificaciones laterales que dan lugar a la formación de corimbos florales. Estos corimbos son grupos de flores que se encuentran en la parte superior de las ramas laterales de la planta. Según la investigación de Hori (2016), la producción de corimbos florales en la fresa San Andreas es una de las características más importantes de esta variedad, ya que se relaciona directamente con la cantidad y calidad de los frutos que se pueden obtener.

3. Fruto: La fresa es un fruto compuesto que se forma a partir de múltiples ovarios del receptáculo floral. Según Raven et al. (2019), el fruto de la fresa está formado por pequeños aquenios (frutos secos e indehiscentes) que se encuentran incrustados en la superficie carnosa del receptáculo floral. Los frutos de las fresas son bayas compuestas, formadas por muchos aquenios pequeños y sobresalientes en una superficie carnosa y roja. La forma de la baya es redonda y achatada, con un tamaño que varía entre 1 y 5 cm de diámetro. Los aquenios son los puntos negros que se pueden observar en la superficie de la baya, cada uno de los cuales

contiene una semilla. Según el botánico James D. Mauseth, los frutos de la fresa son bayas compuestas que están cubiertas por una piel carnosa, dulce y comestible. La superficie está cubierta de muchos aquenios (Mauseth, 2016).

Los frutos de la fresa San Andreas son cónicos, de tamaño grande y presentan un diámetro promedio de 4,5 cm. Estos frutos son de color rojo intenso, con una excelente calidad organoléptica, caracterizada por su sabor dulce y aroma intenso. Según la investigación de Barros et al. (2020), Las características de calidad de los frutos de la fresa San Andreas se relaciona con su contenido en compuestos fenólicos y flavonoides, que les confieren su color y sabor característicos.

4. Receptáculo: El receptáculo de la fresa es una estructura carnosa y globular ubicada en la base de la flor, que se agranda y se endurece a medida que la fruta madura. Es de forma cónica y se va estrechando hacia la punta, donde se insertan los pequeños granos que contienen las semillas. La superficie del receptáculo es irregular y presenta pequeñas depresiones, las cuales son los receptáculos de las glándulas secretoras que producen el aroma característico de la fresa. La textura del receptáculo es suave y pulposa, con un color que varía de verde a rojo intenso según el nivel y tiempo de maduración de la fruta. La pulpa del receptáculo es succulenta y jugosa, y tiene un sabor dulce y aromático que es altamente valorado en la gastronomía. Además, el receptáculo de la fresa también tiene un papel importante en la polinización de la flor, ya que es aquí donde se encuentran los órganos reproductivos de la planta. (Mauseth, 2016).

5. Pedúnculo: El pedúnculo de la fresa es una estructura delgada y alargada que surge del receptáculo y conecta el fruto con el tallo de la planta. Esta parte de la fresa es de vital importancia ya que, además de sostener y proteger el fruto en su proceso de desarrollo, es la vía principal para el transporte de nutrientes y agua hacia la fresa. El pedúnculo es de color verde y su textura es lisa y firme. Su función principal es sostener y nutrir el fruto en desarrollo. A medida que la fresa madura, el pedúnculo se va secando y se desprende de la planta cuando la fruta se desprende naturalmente. (Mauseth, 2016).

6. Hojas: Las hojas son las estructuras verdes y aplanadas que crecen en la planta de fresa., las hojas de la fresa son compuestas, con tres folíolos ovales y dentados en el extremo. Hojas son compuestas, trilobuladas, con el margen dentado y el ápice agudo. El envés es pubescente y las estípulas son lanceoladas. Las hojas de la fresa San Andreas son trifoliadas, lo que significa que cada hoja está compuesta por tres folíolos. Estos folíolos son ovalados y

presentan bordes dentados, lo que les permite realizar la fotosíntesis y transpiración necesarias para el crecimiento y desarrollo de la planta. Según la investigación de García-Sánchez (2015), el tamaño de las hojas de la fresa San Andreas puede variar dependiendo de la edad y las condiciones de crecimiento de la planta.

7. Flores: Las flores de la fresa son pequeñas, con cinco pétalos blancos y numerosos estambres amarillos en su centro. La inflorescencia Un tallo modificado exhibe una estructura donde los pedúnculos florales se originan en diversos puntos a lo largo del eje. Estos pedúnculos surgen de brotes situados en las axilas de hojas modificadas o brácteas, y culminan en una flor. Después de la flor principal, generalmente se presentan dos flores secundarias, cuatro terciarias y ocho cuaternarias. La flor principal es responsable de generar el fruto más grande, mientras que el tamaño de los frutos disminuye en las flores secundarias y terciarias. Por otro lado, la flor cuaternaria es estéril y en el caso de llegar a dar frutos, carecen de valor comercial. (Davalos, 2011).

Las flores de la fresa San Andreas son hermafroditas, es decir, presentan tanto órganos reproductores femeninos como masculinos. Estos órganos son los estambres (masculinos) y el pistilo (femenino), los cuales se encuentran en el centro de la flor. Según la investigación de Tavarini (2018), el tamaño y forma de las flores de la fresa San Andreas son muy similares a los de otras variedades de fresa, pero su color blanco y la cantidad de flores por corimbo son variables importantes para considerar.

Según la perspectiva hortícola, la fresa se categoriza dentro del grupo de frutas conocidas como bayas, aunque en realidad no es un fruto verdadero, sino más bien un falso fruto. Este se desarrolla a partir del ensanchamiento del receptáculo floral, dentro del cual se encuentran numerosas semillas, las cuales son los frutos verdaderos y se conocen como aquenios. Son los aquenios los responsables del aumento de tamaño del receptáculo floral debido a la producción de hormonas. (González et al, 2019).

La fresa San Andreas presenta una morfología característica que incluye hojas trifoliadas, tallos erectos con corimbos florales, flores hermafroditas, frutos cónicos y de gran tamaño, y raíces pivotantes que le permiten adaptarse a diferentes condiciones ambientales. El estudio detallado de la morfología de la fresa San Andreas es importante no solo para entender su estructura y características, sino también para comprender su desarrollo y producción en el cultivo.

Además de los aspectos mencionados, existen otros detalles importantes de la morfología de la fresa San Andreas, como por ejemplo la presencia de estolones. Los estolones son estructuras de crecimiento horizontal que se extienden desde la planta madre y dan lugar a nuevas plantas de fresa. En la fresa San Andreas, los estolones constituyen una de las principales formas de propagación y multiplicación de la planta en el cultivo.

8. Estolones: Los estolones o tallos rastreros son utilizados por la fresa como un método de reproducción asexual. Estos estolones son generados por la planta a partir de yemas auxiliares ubicadas en la zona basal de las hojas, concretamente en la corona. Los estolones consisten en dos segmentos, conocidos como entrenudos, que tienen una longitud aproximada de 10 a 20 centímetros. En el extremo del estolón se forma una yema terminal, la cual da lugar a una roseta de hojas. Cuando esta roseta entra en contacto con el suelo, emite raíces y se desarrolla como una nueva planta. (Davalos, 2011)

Otro aspecto relevante es la presencia de pelos radiculares en las raíces de la fresa San Andreas. Estos pelos son estructuras microscópicas que se encuentran en la superficie de las raíces y que aumentan la superficie de toma de nutrientes y agua por parte de la planta, la densidad de pelos radiculares en la fresa San Andreas puede variar dependiendo de la edad y las condiciones de desarrollo de la planta, lo que puede influir en su capacidad de absorción y aprovechamiento de nutrientes del suelo. (Davalos., 2011)

En conclusión, la morfología de la fresa San Andreas presenta una serie de características únicas que la hacen una variedad valiosa en el cultivo. Desde sus hojas trifoliadas hasta sus frutos grandes y de excelente calidad, esta variedad ha sido objeto de numerosos estudios científicos que buscan entender su estructura y función en el cultivo de la fresa. La investigación continua en este campo es esencial para seguir mejorando la producción y calidad de esta importante fruta para la industria alimentaria.

2.3. Variedades de fresa.

En el Perú, existen varias variedades de fresa cultivadas. A continuación, se describen algunas de las más comunes:

- Camino Real: Es una variedad de fresa de tamaño grande y sabor dulce. Se cultiva principalmente en la región de La Libertad y en los valles interandinos del Perú. Esta variedad es muy resistente a las enfermedades y presenta una alta productividad. La variedad de fresa Camino Real es una de las más cultivadas en el Perú, en su mayoría en las regiones de

La Libertad y los valles interandinos. Esta variedad se caracteriza por tener frutos grandes y un sabor dulce, además de ser muy resistente a enfermedades y presentar una alta productividad.

Según el Instituto Nacional de Innovación Agraria del Perú, la variedad Camino Real se obtuvo mediante el cruzamiento de las variedades Chandler y Pajaro en el año 2005. Desde entonces, ha sido ampliamente utilizada por los productores debido a sus excelentes características agronómicas y organolépticas. En un estudio realizado por Suárez, Arévalo y Gómez en 2017, se evaluó la producción y calidad de esta variedad en dos localidades de la sierra central del Perú. Los resultados indicaron que Camino Real presentó una alta productividad y un buen tamaño de fruto, lo que la convierte en una variedad muy rentable para los productores.

- Festival: Es una variedad de fresa de tamaño mediano y sabor dulce. Se cultiva principalmente en las regiones de Lima, Ica y La Libertad. Esta variedad es muy resistente a las altas temperaturas y a las enfermedades.

La variedad de fresa Festival es otra de las variedades más cultivadas en el Perú, especialmente en las regiones de Lima, Ica y La Libertad. Se caracteriza por tener frutos de tamaño mediano y un sabor dulce, así como por ser muy resistente a las altas temperaturas y enfermedades. De acuerdo con un estudio realizado por Poma, Fernández y Alvarado en 2019, la variedad Festival es una de las más productivas en el país, lo que la hace muy atractiva para los productores. Además, se ha demostrado que esta variedad tiene una buena adaptabilidad a diferentes condiciones agroclimáticas.

- Albión: Es una variedad de fresa de tamaño grande y sabor dulce. Se cultiva principalmente en las regiones de Lima, Ica y Arequipa. Esta variedad es muy productiva y presenta una buena resistencia a las enfermedades.

La variedad de fresa Albión es una de las variedades más populares en el mundo y también se cultiva en el Perú. Esta variedad se caracteriza por tener frutos grandes, un sabor dulce y una textura firme. Además, se destaca por ser resistente a enfermedades y por tener una alta productividad. Según un estudio realizado por Poma y Alvarado en 2020, la variedad Albión presenta una buena adaptabilidad a diferentes condiciones agroclimáticas del Perú. Asimismo, los resultados mostraron que esta variedad es altamente productiva y tiene un alto valor comercial debido a su calidad de fruto.

Por otro lado, un estudio llevado a cabo por el Instituto Nacional de Innovación Agraria del Perú en 2017 evaluó la calidad de diferentes variedades de fresa, incluyendo Albion. Los resultados indicaron que Albion presentó una alta calidad de fruto y una excelente apariencia, lo que la convierte en una variedad muy valorada en el mercado.

- San Andreas: Es una variedad de fresa de tamaño grande y sabor dulce. Se cultiva principalmente en las regiones de Lima, Ica y La Libertad. Esta variedad es muy resistente a las enfermedades y presenta una alta productividad.

La variedad de fresa San Andreas es una de las variedades más populares en el mundo, y también se cultiva en el Perú. Esta variedad se caracteriza por tener frutos grandes, un sabor dulce y una textura firme. Además, se destaca por ser resistente a enfermedades y por tener una alta productividad. De acuerdo con un estudio realizado por Poma y Alvarado en 2020, la variedad San Andreas presenta una buena adaptabilidad a diferentes condiciones agroclimáticas del Perú. Asimismo, los resultados mostraron que esta variedad es altamente productiva y tiene un alto valor comercial debido a su calidad de fruto.

2.4. Necesidades climatológicas.

Para el cultivo de la fresa San Andreas, es necesario tener en cuenta ciertos aspectos climáticos que pueden influir en su desarrollo y producción. En general, la fresa San Andreas se adapta bien a climas templados a frescos, con temperaturas ideales entre los 16 °C y 25 °C (González y Fuentes, 2019). Además, esta variedad requiere de un cierto número de horas-frío para la inducción floral y la formación de frutos. Las horas-frío son aquellas horas con temperaturas inferiores a 7 °C que la planta necesita para completar ciertos procesos fisiológicos.

Otro aspecto importante es la humedad relativa del ambiente. La fresa San Andreas requiere de una humedad relativa del 60-80 % para un óptimo desarrollo y producción (González y Fuentes, 2019). La baja humedad relativa puede causar problemas como la deshidratación de las hojas y el estrés hídrico en la planta, mientras que una humedad relativa elevada puede favorecer el desarrollo de enfermedades fúngicas.

El régimen de lluvias también es un factor crucial para el cultivo de la fresa San Andreas, esta variedad es sensible a la acumulación de agua en el suelo, lo que puede causar problemas como la asfixia radicular y la proliferación de hongos patógenos en las raíces.

Por otro lado, la intensidad lumínica también es importante para el cultivo de la fresa San Andreas. Si bien esta variedad se adapta bien a climas templados, requiere de una alta luminosidad para su crecimiento y producción de frutos. Según la investigación de González-Fuentes (2019), la fresa San Andreas requiere de una irradiación solar mínima de 30 MJ/m²/día para obtener una buena producción de frutos. La fresa Variedad San Andreas requiere de ciertas necesidades climatológicas para su adecuado crecimiento y producción.

Según González-Fuentes, 2019 en su artículo "Evaluación de variedades de fresa en condiciones de altitud media en México", estas necesidades son las siguientes:

2.4.1. Temperatura

La fresa San Andreas requiere de temperaturas cálidas durante el día (entre 18 y 24 grados Celsius) y frescas durante la noche (entre 10 y 15 grados Celsius). La floración de la planta de fresa está influenciada por factores ambientales como la temperatura y el fotoperiodo, los cuales interactúan para regular diversos procesos fenológicos. Mientras que la parte vegetativa de la fresa muestra una alta resistencia a las heladas, siendo capaz de soportar temperaturas de hasta -20 °C, los órganos florales se ven afectados y destruidos a partir de 0 °C. Para un crecimiento óptimo, se requiere una temperatura de alrededor de 20 °C durante el día y 12 °C durante la noche. Sin embargo, durante las etapas de floración y maduración, se necesitan temperaturas más altas, alrededor de 25 a 26 °C durante el día. Temperaturas por debajo de 2 °C y por encima de 34 °C pueden ocasionar la debilitación del polen, la interrupción de la floración y la deformación de los frutos. (Bianchi, 2009).

2.4.2. Humedad relativa

La fresa San Andreas requiere de una humedad relativa del 60-80 % para un óptimo desarrollo y producción. La humedad relativa influye en la transpiración de la planta, la absorción de nutrientes y el crecimiento de las raíces. Una humedad relativa demasiado baja puede causar problemas como la deshidratación de las hojas y el estrés hídrico en la planta, mientras que una humedad relativa demasiado alta puede favorecer el desarrollo de enfermedades fúngicas (Bianchi, 2009).

2.4.3. Horas frío:

Cómo se mencionó anteriormente, la fresa San Andreas requiere de un determinado número de horas/frío para la inducción floral y la formación de frutos. Según la investigación de González-Fuentes (2019), la fresa San Andreas requiere de al menos 300 a 400 horas-frío para obtener una buena producción de frutos. Es importante tener en cuenta que las

horas-frío pueden variar dependiendo de la variedad de fresa y la ubicación geográfica del cultivo.

2.4.4. Luminosidad

La fresa San Andreas requiere de una alta intensidad lumínica para su crecimiento y producción de frutos. La irradiación solar mínima recomendada es de 30 MJ/m²/día para obtener una buena producción de frutos. Es importante mencionar que la intensidad lumínica también influye en la calidad de los frutos, ya que una alta luminosidad puede favorecer la acumulación de azúcares y mejorar el sabor de las fresas. La fresa San Andreas requiere de buena luminosidad para su adecuado crecimiento y producción. Se recomienda una exposición solar directa de al menos 6 horas al día.

2.4.5. Precipitación

La fresa San Andreas es sensible a la acumulación de agua en el suelo, lo que puede causar problemas como la asfixia radicular y la proliferación de hongos patógenos en las raíces. Es importante tener un régimen de lluvias controlado y evitar el exceso de humedad en el suelo. En caso de cultivos en áreas con alta pluviosidad, se pueden implementar técnicas de drenaje para evitar la acumulación de agua. La fresa San Andreas requiere de un suministro adecuado de agua, preferiblemente a través de riego controlado, evitando el exceso o la falta de humedad en el suelo. En cuanto a la precipitación, se recomienda una cantidad anual de entre 700 y 1000 mm. (Bianchi, 2009).

2.4.6. pH

Es un factor muy importante para el cultivo de fresa, ya que influye en la disponibilidad de nutrientes para la planta y puede afectar la calidad y cantidad de la producción. Según diversas fuentes bibliográficas, el rango de pH ideal para el cultivo de fresa se encuentra entre 5,5 y 6,5.

Por ejemplo, un estudio realizado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria del Perú en 2014 sobre el cultivo de la fresa en el Perú, indica que el rango de pH óptimo para el cultivo de fresa es de 5,5 a 6,5. Asimismo, el estudio señala que en suelos con un pH inferior a 5,0 o superior a 7,5, la absorción de nutrientes se reduce y se producen síntomas de deficiencia. Otro estudio llevado a cabo en México por Jaramillo-Flores et al. en 2016, confirma que el pH óptimo para el cultivo de fresa se encuentra en un rango de 5,5 a 6,5. El estudio también indica que un pH inferior a 5,0 o superior a 7,5 puede reducir significativamente la producción y la calidad de los frutos. (Bianchi, 2009).

2.5. Métodos de propagación de la fresa.

La propagación de la fresa se puede realizar de varias formas, siendo las principales la siembra directa de semillas, la división de plantas y la multiplicación vegetativa mediante estolones. En el caso de la variedad San Andreas, la multiplicación vegetativa es la forma más común de propagación debido a que es una variedad que produce una gran cantidad de estolones, además, se recomienda la propagación asexual por estolones debido a que es una técnica eficiente y permite mantener las características genéticas de la planta madre (Ballington et al, 2008)

Los estolones son ramificaciones que se desarrollan a partir del tallo principal de la planta madre y crecen horizontalmente sobre la superficie del suelo. En la base de los estolones se forman las futuras plantas hijas que enraízan en el suelo y se desarrollan como plantas independientes. Esta técnica de propagación asexual es muy utilizada en el cultivo de fresa debido a su eficiencia y facilidad de aplicación.

Una de las principales ventajas de la propagación asexual por estolones es que se puede obtener un gran número de plantas hijas a partir de una sola planta madre, lo que permite una rápida expansión del cultivo. Además, se garantiza la uniformidad de las plantas hijas con respecto a la planta madre, lo que asegura que se mantengan las características deseables de la variedad, como su resistencia a enfermedades y su sabor. (Ballington et al, 2008)

Por otro lado, la propagación sexual por semilla tiene una baja eficiencia en la producción de plantas hijas y puede dar lugar a una variabilidad genética significativa, lo que puede afectar negativamente la calidad de la variedad. La multiplicación por estolones es un método eficiente y económico para la propagación de fresas, ya que las plantas hijas se desarrollan con una estructura similar a la planta madre y mantienen las características genéticas de la variedad original. Los estolones se forman naturalmente en la planta madre, y al momento de la propagación, se cortan y se plantan en un sustrato adecuado.

Según Haque en 2019, la multiplicación por estolones es la forma más eficiente de propagación de la fresa, ya que permite obtener un gran número de plantas en un corto período de tiempo. Por otro lado, la división de plantas puede ser útil en caso de que se desee propagar plantas adultas, y se realiza cortando la planta madre en varias partes y trasplantándolas en macetas o en el suelo. En cuanto a la siembra directa de semillas, aunque es posible, no es un método común en la propagación de fresas, ya que las semillas pueden presentar una variabilidad genética significativa, lo que lleva a una variación en la calidad de la

fruta. Además, la propagación por semillas es un proceso que lleva más tiempo y requiere una mayor inversión de recursos. A continuación, se detallan los tres métodos de propagación más usados.

2.5.1. Multiplicación vegetativa por estolones:

Los estolones son tallos laterales que se forman en la planta madre y crecen horizontalmente sobre la superficie del suelo. A medida que los estolones crecen, se forman nuevas plantas hijas que, una vez enraizadas, pueden ser separadas de la planta madre y trasplantadas. La propagación por estolones es un método muy eficiente y económico, ya que permite obtener un gran número de plantas hijas con las mismas características genéticas que la planta madre en un corto período de tiempo.

Para obtener una buena tasa de éxito en la propagación por estolones, es importante seleccionar estolones sanos y vigorosos de la planta madre y trasplantarlos en un sustrato adecuado. El sustrato debe tener una buena aireación y drenaje, y debe contener los nutrientes necesarios para el crecimiento de la planta. Es importante también mantener un buen nivel de humedad en el sustrato para asegurar un adecuado enraizamiento. (Haque,2019).

2.5.2. División de plantas:

La división de plantas se realiza cortando la planta madre en varias partes y trasplantándolas en macetas o en el suelo. Este método es útil para propagar plantas adultas que han crecido demasiado y necesitan ser divididas para evitar la competencia por los recursos y estimular un nuevo crecimiento. También puede ser útil si se desea obtener plantas que ya han demostrado su capacidad de producir frutos de alta calidad. (Haque, 2019).

Para la división de plantas, es importante seleccionar plantas adultas sanas y vigorosas. Se debe realizar la división en un momento adecuado, preferiblemente durante el período de dormancia de la planta, cuando su actividad es mínima y no hay un crecimiento activo. Es importante también trasplantar las partes divididas en un sustrato adecuado y mantener un buen nivel de humedad.

2.5.3. Siembra directa de semillas:

La siembra directa de semillas es un método menos común para la propagación de la fresa, ya que las semillas pueden presentar una variabilidad genética significativa, lo que lleva a una variación en la calidad de la fruta. Sin embargo, este método puede ser útil en la creación de nuevas variedades de fresa mediante el cruce de diferentes variedades.

Para la siembra directa de semillas, es importante utilizar semillas de alta calidad y seleccionar un sustrato adecuado que contenga los nutrientes necesarios para el crecimiento de la planta. Es importante también mantener un buen nivel de humedad en el sustrato para asegurar una buena germinación. (Haque, 2019).

2.6. Necesidades Nutricionales.

La fresa var. San Andreas tiene ciertas necesidades nutricionales específicas para su correcto crecimiento y desarrollo. Según el estudio Efecto de la fertilización nitrogenada y potásica en el crecimiento, producción y calidad de la fresa bajo condiciones protegidas realizado por los autores M. Tejada, C. Castro, J. Benítez, y M. Parrado en 2008, se ha demostrado que esta variedad de fresa requiere un alto nivel de nitrógeno y potasio en el suelo para lograr un buen rendimiento y calidad de fruto.

Además, el mismo estudio señala que el uso excesivo de fertilizantes puede causar daño a las plantas, por lo que se recomienda utilizar dosis adecuadas y realizar un seguimiento constante de la fertilidad del suelo.

Debido a que el nitrógeno y potasio son los principales componentes del fruto, la planta demanda una alta cantidad de ellos, aunque el exceso de nitrógeno tiene efectos contraproducentes como el ablandamiento de fruto, retardo de la maduración, y se disminuye el rendimiento (Hancock, 2019).

La presencia de potasio en la planta tiene efectos positivos tanto en la producción de flores como en el rendimiento general. Además, este elemento es necesario para diversos procesos fisiológicos esenciales, como la activación de enzimas, el transporte de azúcares, el funcionamiento de las estomas, la síntesis de proteínas y la fotosíntesis. (Hancock, 2019).

La presencia de calcio es crucial para garantizar la firmeza de los frutos. Por otro lado, la falta de boro en la planta puede disminuir la producción de polen viable y restringir la expansión del receptáculo floral. En el caso de deficiencias de zinc, se observa una reducción en el tamaño de los frutos y un bajo rendimiento general. Por último, la carencia de hierro afecta negativamente el vigor de las hojas. (Hancock, 2019).

2.7. Importancia económica del cultivo de fresa en Perú.

El cultivo de fresa es una actividad económica importante en Perú. Según el Ministerio de Agricultura y Riego de Perú, en el 2021 se registró una producción de 124 744 toneladas de fresa a nivel nacional, generando un valor de producción de 1 211 millones de

soles (alrededor de 304 millones de dólares estadounidenses) y empleando a más de 160 000 personas en la cadena productiva. El cultivo de fresa es de gran importancia económica en Perú, ya que se trata de uno de los principales productos agrícolas de exportación del país. Según un informe del Ministerio de Agricultura y Riego de Perú, en el año 2020 las exportaciones de fresas frescas alcanzaron los 260 millones de dólares, lo que representa un incremento del 12 % respecto al año anterior según Ministerio de Agricultura y Riego de Perú (MINAGRI, 2021).

El sector de la fresa en Perú ha sufrido un aumento significativo en los últimos años gracias a la demanda interna y a la exportación de la fruta fresca y procesada. Según un estudio de mercado realizado por la Oficina Comercial del Perú en Los Ángeles, Estados Unidos, en el 2019, la fresa peruana tiene una gran aceptación en el mercado estadounidense debido a su sabor, tamaño y calidad.

En palabras de Alfonso Velásquez Tuesta, director ejecutivo de la Asociación de Exportadores (ADEX), la fresa peruana ha ido ganando terreno en el mercado internacional gracias a su calidad y frescura, además de contar con una gran capacidad de producción y de diversificación en su oferta.

Además, la fresa es un cultivo de alta rentabilidad debido a su alta demanda en el mercado internacional y su corto ciclo productivo, lo que permite a los agricultores obtener una rápida recuperación de su inversión.

2.8. Adaptación de la fresa de clima frío a clima cálido-Tingo María.

La adaptación de la fresa a un clima sin frío vendría a ser el factor más importante, ya que la planta necesita de una etapa de frío para poder translocar los azúcares al fruto y poder tener una buena cosecha tanto en forma como condiciones organolépticas.

Una de las estrategias más efectivas es el abonamiento ya que un abono orgánico de alta calidad que aporta nutrientes esenciales a las plantas y mejora la calidad del suelo. El clima de Tingo María en promedio es de 24 a 25 °C con una temperatura máxima de 30 a 32 °C y para poder adaptar al clima local se necesita lo siguiente:

Gradualmente aclimata la planta: realizar una transición gradual de la planta al nuevo clima. Comienza exponiéndola a temperaturas más altas durante períodos cortos de tiempo y luego aumenta gradualmente la duración de la exposición. Esto permitirá que la planta se ajuste lentamente al nuevo clima y reducirá el estrés que pueda experimentar.

Proporciona sombra: En un clima cálido, es importante proteger la planta del sol directo durante las horas más calurosas del día. Puedes utilizar sombrillas, toldos o estructuras de sombra para crear áreas de sombra alrededor de la planta. Esto ayudará a reducir la temperatura y evitará que la planta sufra quemaduras solares.

Aumenta la humedad: El clima cálido a menudo se asocia con una menor humedad relativa, lo que puede afectar negativamente a las plantas acostumbradas a climas fríos y riega adecuadamente, las plantas de clima frío necesitan un ajuste en la cantidad y frecuencia de riego en un clima cálido. Evita el hacinamiento de las plantas y asegúrate de que haya suficiente espacio entre ellas.

Elige plantas resistentes al calor: En algunos casos, puede ser más práctico y exitoso seleccionar plantas que sean naturalmente resistentes al calor en lugar de tratar de adaptar una planta de clima frío a un clima cálido. Investiga y elige plantas que sean adecuadas para el clima cálido en el que te encuentras. (Finn et al, 2013)

2.9. Gallinaza o estiércol de gallina

La gallinaza, o estiércol de gallina, es una fuente de abono orgánico muy popular en la agricultura y la jardinería debido a su alto contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, así como de otros nutrientes importantes para las plantas. Uno de los autores que ha hablado sobre el uso de la gallinaza como abono es Eduardo Fuentes, quien en su libro *El huerto ecológico: todo lo que necesitas saber para cultivar tus propios alimentos* menciona que la gallinaza es uno de los abonos más equilibrados, ya que contiene un buen porcentaje de nitrógeno, fósforo y potasio, así como otros nutrientes importantes como calcio, magnesio y azufre

Otro autor que también ha hablado sobre los beneficios de la gallinaza como abono es Steve Salamon, quien en su libro *Growing Vegetables West of the Cascades: The Complete Guide to Organic Gardening* señala que la gallinaza es uno de los mejores abonos orgánicos disponibles, ya que es rica en nutrientes y no contiene semillas de malezas (Salamone et al, 2013).

En el cultivo de fresa, la gallinaza puede ser una fuente valiosa de nitrógeno, fósforo y potasio, así como de otros micronutrientes esenciales para el crecimiento de la planta. Según un estudio realizado por Espinoza-Ortega et al. (2016), titulado *Uso de gallinaza como fertilizante orgánico en el cultivo de fresa (Fragaria x ananassa Duch.)*, se encontró que la aplicación de gallinaza en el cultivo de fresa aumentó significativamente la producción de frutos y mejoró la calidad de estos.

En el estudio mencionado, se evaluó el efecto de diferentes dosis de gallinaza en el crecimiento y rendimiento de la fresa (1,3 y 5 kg), y se comparó con un fertilizante químico convencional. Los resultados mostraron que la gallinaza mejoró significativamente el crecimiento y la producción de la fresa en comparación con el fertilizante químico. Es importante tener en cuenta que la gallinaza debe ser aplicada en dosis adecuadas y de manera equilibrada con otros nutrientes, para evitar el exceso de nitrógeno y prevenir posibles daños a la planta. Además, se debe aplicar en forma de abono orgánico y no crudo, ya que puede contener patógenos que pueden afectar la salud de la planta y la calidad de la fruta.

2.9.1. Características de la gallinaza

La gallinaza es un abono orgánico compuesto por los excrementos de las gallinas y la cama en la que se encuentran. Al respecto, se pueden citar las siguientes características:

- La gallinaza se caracteriza por tener un alto contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, elementos esenciales para el crecimiento de las plantas (Campos et al., 2017).
- Este abono orgánico es rico en materia orgánica y microorganismos beneficiosos para el suelo, mejorando su estructura y favoreciendo la retención de agua y nutrientes (Campos et al., 2017).
- La gallinaza puede ser utilizada como abono directo en los cultivos o bien como ingrediente para la elaboración de compost y otros abonos orgánicos (Cano, 2020). Es importante tener en cuenta que la gallinaza fresca puede contener patógenos que pueden ser perjudiciales para la salud humana, por lo que se recomienda su manejo y aplicación con precaución (Campos et al., 2017).

Además de los nutrientes esenciales mencionados anteriormente, la gallinaza también contiene otros elementos importantes para el crecimiento de las plantas, como calcio, magnesio, azufre y micronutrientes como hierro, manganeso y zinc. Estos nutrientes son liberados lentamente al suelo durante el proceso de descomposición de la gallinaza, lo que la convierte en un abono de liberación lenta y sostenible.

Otra característica importante de la gallinaza es su capacidad para mejorar la estructura del suelo. Al ser rica en materia orgánica, actúa como un agente aglutinante que une las partículas del suelo, mejorando su porosidad y aireación. Además, los microorganismos beneficiosos presentes en la gallinaza ayudan a descomponer la materia orgánica del suelo, liberando nutrientes y mejorando su fertilidad a largo plazo.

Es importante tener en cuenta que, como cualquier otro abono orgánico, la gallinaza debe ser manejada y aplicada con precaución. Si se utiliza fresca, puede contener patógenos que pueden ser perjudiciales para la salud humana. Por esta razón, es recomendable dejar que la gallinaza se descomponga durante un período de tiempo antes de su aplicación, o bien utilizarla como ingrediente para la elaboración de compost y otros abonos orgánicos.

A continuación, se presenta una tabla con los valores nutricionales de la gallinaza cuando se utiliza como sustrato para cultivos orgánicos:

Tabla 1. Valores nutricionales de la gallinaza

Elementos o Nutrientes	Valores
Nitrógeno total (N)	3,5 - 4,5 %
Fósforo (P ₂ O ₅)	2,0 - 2,5 %
Potasio (K ₂ O)	1,5 - 2,0 %
Calcio (CaO)	1,0 - 1,5 %
Magnesio (MgO)	0,5 - 1,0 %
Azufre (SO ₃)	0,5 - 0,8 %
Hierro (Fe)	1500 - 2000 ppm
Manganeso (Mn)	500 - 1000 ppm
Zinc (Zn)	250 - 400 ppm
Cobre (Cu)	50 - 100 ppm

Fuente: Campos et al., 2017

Es importante tener en cuenta que estos valores pueden variar dependiendo de la edad y alimentación de las gallinas, así como del manejo y procesamiento de la gallinaza. Además, la gallinaza también puede contener otros nutrientes y elementos menores en cantidades variables, como boro, molibdeno, cloro, cobalto y níquel.

2.10. **Lombrihumus**

La norma oficial peruana para el uso del humus de lombriz es la NTP 111-038:2011, que establece los requisitos mínimos de calidad, clasificación, etiquetado y métodos de ensayo para este producto orgánico (pH 6,5 a 7,5) y que las partículas del humus, que pueden ser finas (menores a 2 mm), medias (entre 2 y 4 mm) o gruesas (mayores a 4 mm). El humus de lombriz es un abono natural que se obtiene a partir de la transformación de residuos orgánicos por la acción de las lombrices de tierra. Tiene beneficios para la agricultura, como mejorar la estructura del suelo, aumentar la retención de agua y nutrientes, y favorecer el desarrollo de microorganismos beneficiosos. El humus de lombriz, también conocido como lombrihumus o lombrihumus, se refiere al producto obtenido a través del proceso digestivo y metabólico de la materia orgánica, mediante la cría controlada de lombrices de tierra, en lo que se conoce como

lumbricultura. Este producto se utiliza principalmente como un mejorador del suelo, enmienda orgánica, abono orgánico, y otras aplicaciones similares. (Medina y Luna ,2011).

Los residuos orgánicos generan diversos problemas ambientales, como la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales, así como la emisión de olores desagradables. Además, requieren de grandes extensiones de terreno para su disposición adecuada. Estos problemas se agravan debido al crecimiento de la población, la industrialización y el estilo de vida de nuestra sociedad. En los últimos 20 años, las lombrices de tierra han sido utilizadas para gestionar estos desechos. El vermicompostaje se presenta como una tecnología ecológica innovadora que permite transformar una amplia gama de desechos orgánicos, como lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales, estiércol, residuos agrícolas y desechos domésticos e industriales, en lombrihumus de alta calidad. (Yadav et al., 2016).

El lombrihumus, también conocido como humus de lombriz, es un abono orgánico producido a partir de los excrementos de lombrices. Este abono es rico en nutrientes y microorganismos beneficiosos para el suelo y las plantas. En cuanto a su uso en el cultivo de fresas, existen varios estudios que han demostrado sus beneficios.

Por ejemplo, un estudio realizado por los investigadores Juan José Medina y Javier Luna, de la Universidad de Murcia en España, evaluó el efecto del lombrihumus en el cultivo de fresas. Los resultados indicaron que el uso de este abono orgánico mejoró significativamente la producción de fresas, así como la calidad y el tamaño de los frutos.

Otro estudio realizado por investigadores de la Universidad Politécnica de Valencia en España encontró que la aplicación de lombrihumus en el cultivo de fresas favoreció el crecimiento de las plantas y redujo la incidencia de enfermedades.

2.10.1. Características del lombrihumus

Las características físicas y químicas del lombrihumus tienen un impacto positivo en el crecimiento de las plantas y en la productividad de los cultivos. Este material se encuentra estabilizado y presenta una apariencia similar a la turba, con una textura finamente dividida y una alta porosidad que permite una adecuada aireación y drenaje del suelo. Además, posee una notable capacidad para retener agua. Otro aspecto importante es que presenta una baja relación carbono-nitrógeno (C:N), lo cual es beneficioso para el desarrollo de las plantas. (Yadav et al., 2016).

El lombrihumus destaca por su amplia área superficial y presenta valores elevados de capacidad de intercambio catiónico (CIC) y grupos quelatantes. Además, este material contiene macro y micronutrientes en formas fácilmente asimilables por las plantas, como se menciona en el estudio de Domínguez (2010). En la Tabla 2 se muestra la caracterización nutricional realizada por diversos investigadores utilizando estiércol de ganado bovino para la producción de lombrihumus.

Tabla 2. Comparación del contenido nutrimental de lombrihumus de *Eisenia foetida* con estiércol de bovino.

	pH	Porcentaje (%)					mg kg ⁻¹			
		N	P	K	Ca	Mg	Mn	Cu	Zn	Fe
Vázquez et al. (2011)	7,9	1,9	ND	0,14	3	0,75	232,7	1,14	167,6	2847
Durán y Henríquez (2007)	7,8	1,8	2	1,1	2,3	0,7	422	64	308	6124
Castro et al. (2009)	ND	2,1	3	2,2	6,1	1,3	550	129	580	4646

Fuente: Domínguez, 2010

2.10.2. Contribución del lombrihumus a las plantas y el suelo.

El lombrihumus ofrece múltiples mecanismos que promueven el crecimiento de las plantas de manera beneficiosa: i) a través del suministro de nutrientes esenciales, ii) mediante la mejora de las propiedades físicas tanto del suelo como del sustrato, y iii) gracias a la incorporación de microorganismos beneficiosos (Domínguez, 2010).

Muchos estudios han demostrado que la adición de humus de lombriz en el suelo o medio de cultivo favorece el crecimiento, desarrollo y productividad de diversos cultivos como tomate (Gutiérrez-Miceli et al., 2007), pimiento (Arancon et al., 2005), fresa (Singh et al., 2008), lechuga (Atiyeh et al., 2000), frijol (Valdez-Pérez et al., 2011; Fernández-Luqueño et al., 2010), caña de azúcar (Singh et al., 2007), petunia (Arancon et al., 2008), calabaza (OrozcoMartínez et al., 2012) y nopal verdura (Vázquez-Alvarado et al., 2011) entre otros. Todo esto según Vega (2019)

El lombrihumus contiene una variedad de nutrientes macro y micro, algunos de los cuales están fácilmente disponibles para las plantas. Sin embargo, debido al proceso de mineralización de la materia orgánica, la mayoría de los nutrientes se liberan de manera gradual y constante. Esto convierte al lombrihumus en una fuente eficiente de

nutrientes, como se indica en el estudio realizado por Chaoui et al. (2003). Además, se encontró que los desechos vermicomposteados presentaban una mayor cantidad de fósforo (P), calcio (Ca) y magnesio (Mg) disponibles, pero una disminución en potasio (K) en comparación con la pulpa de café después de la extracción de las semillas.

La aplicación de lombrihumus puede mejorar las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo y los sustratos para un cultivo. Mena et al (2019) utilizaron lombrihumus como un agente mejorador del sustrato en el cultivo de crisantemos y poinsettias. El lombrihumus consiste en una combinación de peat moss y perlita. Durante el estudio, observaron que a medida que aumentaba la proporción de lombrihumus en el sustrato, se producían cambios positivos en la densidad aparente, el porcentaje de espacio poroso y la capacidad de retención de agua. Estos hallazgos demostraron que el lombrihumus tenía un efecto beneficioso en las características físicas del sustrato utilizado en los cultivos de crisantemos y poinsettias.

La densidad aparente es una característica física del suelo que está relacionada con la cantidad total de porosidad presente en él, y refleja la compactación y la facilidad de circulación del agua y el aire en el suelo. Los resultados mostraron que la aplicación de lombrihumus mejoró las propiedades del suelo al reducir la densidad aparente en comparación con el suelo de control y el suelo tratado con fertilizante químico. Además, el lombrihumus incrementa la capacidad de retención de agua del suelo, lo cual es de vital importancia, ya que determina la cantidad de agua que el suelo puede almacenar y suministrar a las plantas. (Munnoli y Bhosle, 2011).

En lo que respecta a las propiedades químicas del suelo, la aplicación de lombrihumus tiene un efecto significativo en la fertilidad, ya que aumenta la disponibilidad de nutrientes para las plantas, como se ha observado en el estudio de Doan et al. (2013). Además, se ha comprobado que el lombrihumus incrementa el contenido de carbono orgánico en el suelo y provoca modificaciones en el pH, la conductividad eléctrica (CE) y la capacidad de intercambio catiónico (CIC).

Los fertilizantes orgánicos, como el lombrihumus, ofrecen mejoras significativas en las propiedades biológicas del suelo. Uno de los beneficios más destacados del lombrihumus en los cultivos se atribuye a su alta población de microorganismos, incluyendo aquellos que son capaces de fijar nitrógeno y solubilizar fosfatos. La aplicación de lombrihumus

promueve el incremento de la biomasa y la actividad microbiana en el suelo, lo cual resulta crucial para el proceso de reciclaje de nutrientes. (Doan et al., 2013).

2.11. Antecedentes

Gonzales en el 2019 realizo la tesis Efecto de la aplicación de cuyaza en el rendimiento y calidad de frutos de fresa (*Fragaria vesca* L.) en el distrito de Huánuco y tuvo como objetivo evaluar el uso de un abono orgánico elaborado a partir de los residuos del cuy (*Cavia porcellus*) como alternativa a la fertilización química en el cultivo de fresa. La investigación se realizó en el campo experimental de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, ubicado en el distrito de Huánuco, Perú. Se utilizaron cuatro tratamientos: T₀ (testigo sin fertilización), T₁ (fertilización química), T₂ (cuyaza al 50 %) y T₃ (cuyaza al 100 %). Se evaluaron las variables agronómicas (número de hojas, diámetro de la corona, número de estolones, número y peso de frutos) y las variables de calidad (pH, acidez titulable, sólidos solubles totales y relación sólidos solubles/acidez). Los resultados mostraron que el tratamiento T₃ presentó los mayores valores de rendimiento (29,8 t/ha) y calidad (4,6 % de acidez, 9,8 °Brix de sólidos solubles y 2,1 de relación sólidos solubles/acidez), superando significativamente al resto de tratamientos. Se concluye que la aplicación de cuyaza al 100 % mejora el rendimiento y la calidad de los frutos de fresa, siendo una alternativa viable y sostenible para los productores de la zona.

Hernández (2018). Evaluó el efecto del humus de lombriz sobre el rendimiento y la calidad de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. San Andreas y Festival en condiciones de campo. Se realizó un ensayo en el campo experimental de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú, entre los meses de agosto de 2017 y marzo de 2018. Se establecieron cuatro tratamientos: testigo (sin aplicación de humus), 10 t/ha, 20 t/ha y 30 t/ha de humus de lombriz. Se evaluaron las variables: número de frutos por planta, peso promedio de fruto, rendimiento por planta y por hectárea, sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT) y relación SST/AT. Los resultados mostraron que el humus de lombriz incrementó significativamente el número de frutos por planta, el peso promedio de fruto y el rendimiento por planta y por hectárea, en comparación con el testigo. El tratamiento de 30 t/ha presentó los mayores valores para estas variables. El humus de lombriz no tuvo efecto significativo sobre los parámetros de calidad evaluados (SST, AT y relación SST/AT). Se concluye que el humus de lombriz es un abono orgánico que mejora el rendimiento y no afecta la calidad de fresa.

Espinoza (2013) realizó en el Centro de Investigación y Producción Agrícola Cañasbamba durante los meses un trabajo que tuvo como objetivo evaluar el rendimiento de

cinco variedades del cultivo de fresa (*Fragaria spp*). Para ello se realizó un experimento a campo abierto, en donde uso cinco variedades fueron cultivadas en bolsas de LPDE (Polietileno de Baja Densidad) de 30 cm de altura y 20 cm de diámetro, con materia orgánica y con un sistema de riego por goteo. Se evaluó el rendimiento durante tres campañas, calidad de fruto y cobertura foliar de las variedades: Albión, Camarosa, Candonga, Monterrey y San Andreas. Se utilizó un Diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA) con cinco tratamientos y tres repeticiones. Los resultados indicaron que la variedad Candonga, es la que presentó mejores rendimientos durante las tres campañas, con un rendimiento total acumulado de 51,14 tn/ha, seguido de la variedad Camarosa con 37,62 tn/ha. La variedad Albión rindió 33,50 tn/Ha. La variedad San Andreas, presentó rendimientos inferiores, inclusive al promedio nacional, con 30,33 t/ha; además de presentar mayor cantidad de frutos de categoría III. Paradójicamente, la variedad San Andreas es la más cultivada en el Callejón de Huaylas, por tanto, se recomienda, dejar de cultivar esta variedad.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

El experimento se desarrolló en el Fundo Agrícola N° 1 de la UNAS (FUNAS I). Este terreno se caracteriza por ser un suelo aluvial y pedregoso el cual sirvió como sustrato para las bolsas donde se sembró las fresas, se encuentra ubicado al sur de la ciudad universitaria de la UNAS, en la localidad de Tingo María, en el distrito de Rupa Rupa, dentro de la provincia de Leoncio Prado, en la región de Huánuco. La altitud de este lugar es de aproximadamente 655 metros sobre el nivel del mar. Las coordenadas UTM del centro del campo experimental son 390646 metros Este y 8969724 metros Norte.



Figura 1. Ubicación de la parcela experimental

3.1.1. Características climáticas y zona de vida

La temperatura promedio anual ronda los 24 °C, con mínimas de 21 °C y máximas de 32 °C; Junio es el más frío con 23 °C. La precipitación media anual es 3 000 mm, siendo junio el más seco y febrero el más lluvioso. La humedad media anual también es del 80 %. La zona de vida en Tingo María corresponde a bosque muy húmedo - premontano tropical (bmh - PT). Esta región se caracteriza por su gran biodiversidad, con una vegetación exuberante que incluye árboles de gran altura, helechos, orquídeas y una amplia variedad de especies animales. (Hernández, 2010).

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Materiales

La lista de materiales incluye esquejes de fresa variedad San Andreas, herramientas de labranza, tijeras, bolsas de vivero para palma, cubierta negra, libreta de campo, lapiceros indelebles, humus, gallinaza, baldes, tubos PVC, regla, regla milimétrica y vernier digital.

3.2.2. Metodología

3.2.2.1. Componentes en estudio

La cantidad de abono y los niveles de materia orgánica para aplicar se determinó con un estudio base del análisis inicial del suelo que contenía 1,46 % M.O, al cual se hizo llegar la materia orgánica (M.O) a niveles de 2; 2,5 y 3 %, añadiendo la cantidad de abono necesario para cada nivel en cada bolsa (Tabla 17) concordando con la dosis mínima para el cultivo según lo determinado por González (2005).

Tabla 3. Descripción de los Tratamientos en estudio

Clave	Descripción		Cantidad aplicada de abono (Kg/bolsa)	Cantidad de abono total por tratamiento (kg/bolsa total)
	Tipos de abonos	Niveles de % M.O /bolsa		
T ₁	Sin aplicar	Ninguno	0	0
T ₂	Gallinaza	2,0 %	0,62 kg	4,96 kg
T ₃	Gallinaza	2,5 %	1,19 kg	9,52 kg
T ₄	Gallinaza	3,0 %	1,76 kg	14,08 kg
T ₅	Humus	2,0 %	0,47 kg	3,76 kg
T ₆	Humus	2,5 %	0,90 kg	7,2 kg
T ₇	Humus	3,0 %	1,33 kg	10,64 kg

Fuente: elaboración propia

3.2.2.2. Diseño experimental

Se utilizará el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) conformado por siete tratamientos y cuatro repeticiones, todas las variables serán sometidas al análisis de varianza, en el caso que exista diferencias estadísticas se someterán al análisis de comparación de Duncan al 5 %. Se utilizará el programa InfoStat, el modelo aditivo lineal es el siguiente.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Es la unidad experimental observado con el i -ésimo tratamiento y el j -ésimo bloque.

μ = Efecto de la media general.

T_i = Efecto i -ésimo tratamiento.

B_j = Efecto del j -ésimo bloque.

E_{ij} = Efecto del error experimental en el i -ésimo tratamiento y el j -ésimo bloque.

Para:

$i = 1,2,3,4,5,6,7$ tratamiento

$j = 1,2,3,4$ repeticiones.

3.2.2.3. Características del experimento

La parcela experimental presentó las siguientes particularidades:

Tratamientos

- Número de tratamientos	:	7
- Número de plántulas por tratamiento	:	8
- Número de plantas por repetición	:	56
- Número de plantas evaluadas / tratamiento	:	8
- Total, de plantas en todo el experimento	:	224

Área experimental

- Cantidad total de parcelas	:	28
- Largo de las parcelas	:	15 m
- Ancho de la parcela	:	10 m
- Área de la parcela	:	150 m ²

Distanciamiento de parcelas

- Distancia entre parcelas	:	20 cm
- Número de hileras por parcela	:	2

3.2.2.4. Datos meteorológicos

Los datos meteorológicos de humedad relativa, temperatura mínima y máxima más la precipitación, se tomaron al final del experimento, desde la página virtual del SENAMHI, y usando como referencia la estación meteorológica Tingo María

Tabla 4. Datos meteorológicos registrados en SENAMHI en los meses de evaluación y ejecución del experimento.

Año / Mes	Temperatura (°C)		Humedad Relativa (%)	Precipitación (Mm/Día)
	MAX	MIN		
2021/setiembre	28,79	21,39	84,21	18,36
2021/octubre	32,73	20,69	83,55	18,65
2021/noviembre	29,75	21,01	86,60	18,58
2021/diciembre	31,42	20,19	84,56	18,45
2022/enero	31,29	20,98	81,71	18,08
2022/febrero	29,13	20,57	85,38	18,16

Fuente: SENAMHI. 2023

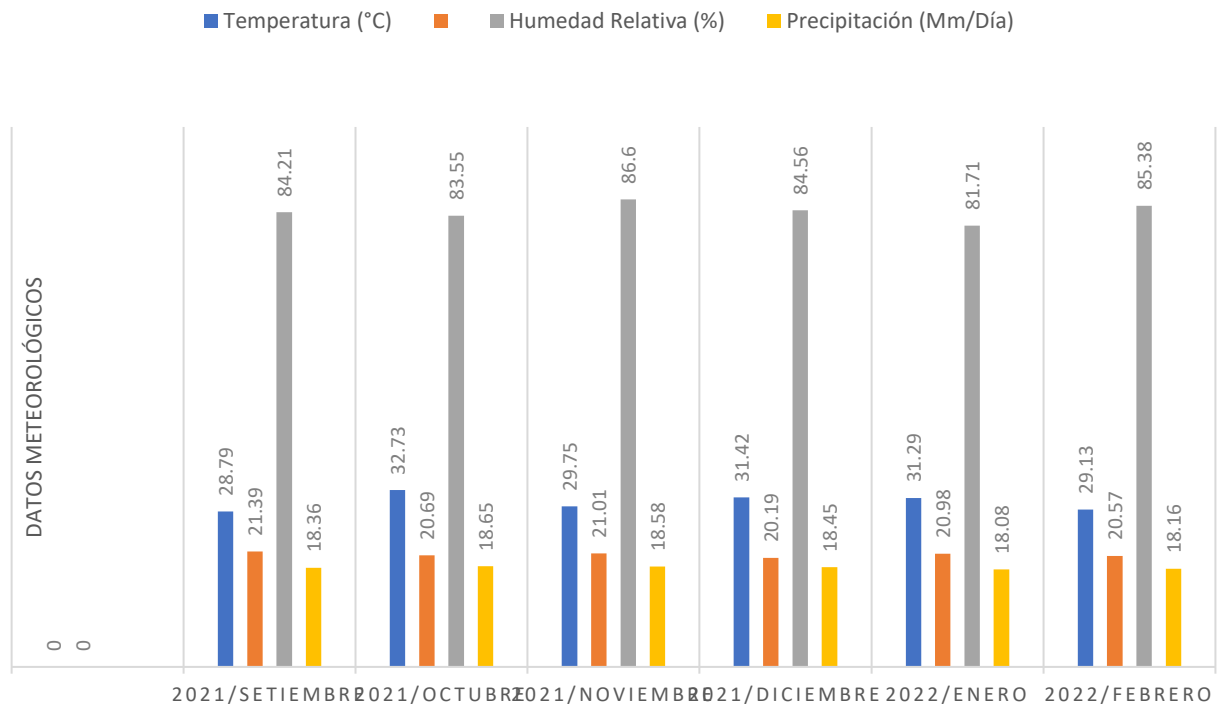


Figura 2. Variación de los datos meteorológicos analizados en los meses de setiembre 2021 a febrero 2022.

Según los datos analizados en la figura 2 se puede estimar que la zona de tingo maría en esos meses tuvo un rango de temperatura ideal que favoreció a la etapa de

floración y fructificación y maduración donde se requieren 25 a 26° C durante el día y teniendo temperaturas superiores a 34 °C ya que eso provocan desvitalización del polen, aborto floral y malformación de los frutos según Bianchi (2009). Estos datos sirven como evidencia de que la zona de tingo maría cumple con los requerimientos básicos y estándares para la proliferación de este cultivo en la etapa más importante, así obteniendo calidad de fruta para su posterior proceso ya sea procesado o natural.

3.2.2.5. Análisis de suelo y preparación del terreno

Antes de la siembra se realizó el muestreo del suelo mediante el método del zig-zag, a una profundidad de 0,30 m, extrayendo 1 kg de suelo que se analizó en el laboratorio de suelos de la U.N.A.S. luego se procedió a la demarcación del terreno de acuerdo con el croquis estructurado. Ya demarcado el terreno, llenaron las bolsas con tierra zarandeada y luego se mezcló con los abonos orgánicos llevándolos a un peso de seis kg/bolsa con la dosis de abono planteado en los diferentes tratamientos.

Tabla 5. Análisis inicial de suelo

Parámetros	Resultados
Textura	Franco
pH	6,58
Materia Orgánica (M.O(%))	1,46
N (%)	0,07
P(ppm)	7,58
K(ppm)	87,34
Ca (Cmol+)/kg)	6,80
Mg (Cmol+)/kg)	1,30
K (Cmol+)/kg)	0,23
Na (Cmol+)/kg)	0,13
Al (Cmol+)/kg)	0,00
H (Cmol+)/kg)	0,00
CIC	8,47
Bases cambiables (%)	100
Acidez cambiabile (%)	0
Saturación de Aluminio (%)	0

Fuente: laboratorio de análisis de suelos-UNAS

Según la Tabla 5 las condiciones del suelo son aptas para una agricultura de fresa ya que el suelo evaluado es franco arenoso, suelo que proporciona un adecuado drenaje evitando así la acumulación de agua y aparición de enfermedades fúngicas durante la el desarrollo de la planta además cuenta con el factor pH, el factor más importante en el suelo, el pH al ser de 6,58 viene ser apto para el crecimiento y adaptabilidad de la fresa, todo esto fundamentado en un estudio realizado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria del Perú en 2014 sobre el cultivo de la fresa en el Perú, indica que el rango de pH óptimo para el cultivo de fresa es de 5,5 a 6,5. Asimismo, el estudio señala que en suelos con un pH inferior a 5,0 o superior a 7,5, la absorción de nutrientes se reduce y se producen síntomas de deficiencia. Otro estudio también indica que un pH inferior a 5,0 o superior a 7,5 puede reducir significativamente la producción y la calidad de los frutos. (Bianchi, 2009).

3.2.2.6. Obtención de la Materia Orgánica

La Gallinaza y el humus fueron comprados de la granja de Zootecnia de la unas. Estos abonos tuvieron un tiempo de secado y almacenado por 60 días en el lugar de obtención, esto para facilitar la mineralización del material orgánico junto a la descomposición y proliferación de microorganismos presentes en cada diferente tipo de abono, para mejorar la absorción de los nutrientes durante la aplicación y el tiempo de ejecución del trabajo de investigación.

Los abonos luego de su colecta pasaron por un análisis químico en el laboratorio de suelos, para conocer los niveles nutricionales de estos y trabajar mediante los datos obtenidos y poder tener una dosis adecuada para la aplicación a cada unidad experimental con la cual se trabajó.

3.2.2.7. Material de siembra

Los esquejes se compraron a un vivero de producción de fresa certificada Hoja Verde, ubicada en la región de Ica, siendo una zona costera. La siembra se efectuó en forma manual los esquejes y se regó a diario por una semana, evitando deshidratación y muerte de las plántulas.

Tabla 6. Análisis inicial de abonos orgánicos y análisis final de la aplicación de los abonos orgánicos.

Parámetros	Resultados	
	Gallinaza	Humus
Humedad (Hd (%))	44,80	27,20
M.O (base humedad)	12,11	21,70
Cenizas (base humedad)	43,09	51,10
M.O (base seca)	20,43	26,95
Cenizas (base seca)	79,57	73,05
P ₂ O ₅ (%)	0,863	5,623
Ca (%)	8,47	5,812
Mg (%)	3,252	3,209
K (%)	12,2	10,92
Na (%)	0,504	0,25
Cu (ppm)	79	51
Fe (ppm)	2180	9923
Zn (ppm)	1478	436
Mn (ppm)	1790	1085

Fuente: laboratorio de análisis de suelos-UNAS

Trat.	Análisis mecánico				pH 1:1	M.O %	N %	P Disponibile ppm	K ppm	CIC	Cambiables Cmol (+)/kg			
	Aren.	Arcill.	Lim.	Textura							Ca	Mg	K	Na
	%	%	%											
T ₁	61	10	29	Franco arenoso	6,58	1,47	0,07	13,06	80,59	6,11	4,95	0,88	0,20	0,09
T ₂	63	10	27	Franco arenoso	6,61	2,25	0,11	13,35	206,24	10,81	8,34	1,59	0,51	0,37
T ₃	65	10	25	Franco arenoso	6,79	2,64	0,13	25,25	324,36	12,9	9,39	1,76	1,14	0,61
T ₄	67	10	23	Franco arenoso	6,9	3,25	0,15	25,56	337,28	15,54	11,51	2,24	1,15	0,64
T ₅	63	10	27	Franco arenoso	6,68	2,94	0,11	10,94	405,6	13,79	10,21	1,88	1,29	0,41
T ₆	63	10	27	Franco arenoso	6,86	3,18	0,14	14,85	500,99	14,86	10,89	2	1,37	0,6
T ₇	65	12	23	Franco arenoso	6,96	3,335	0,16	20,13	807,93	16,91	11,4	2,14	2,61	0,76

Fuente: laboratorio de análisis de suelos-UNAS

3.2.2.8. Labores culturales

Deshierbe: El control de las malezas se realizó en forma manual y en el momento que se necesitaba, tantas veces que sean necesarios para así no tener problemas de insectos-plaga que se hospedan en estas malezas.

- Poda de esquejes: las podas de los esquejes se realizaron cada semana para así evitar la propagación de las fresas sin que las plantas madre den frutos.
- Control fitosanitario: Esta labor no se realizó por motivo de no presentar enfermedades fúngicas y entomológicas
- Riegos. Se realizó en la primera semana para facilitar el prendimiento de plantas; luego cada 3 días; durante la floración y producción el riego se realizó con más frecuencia, cada 2 días.
- Recolección de frutos. La cosecha consistió en recolección de frutos por 3 días; conforme el fruto iba madurando y obteniendo una coloración rojiza con tendencia a pintar todo el fruto.

3.2.3. Variables evaluadas

La recolección de datos se realizó por un periodo de tres meses posteriores a la siembra, para luego evaluar si existe la producción de frutos, siendo los indicadores de la variable en estudio los siguientes:

3.2.3.1. Altura de la planta

La evaluación se realizó con una frecuencia de 30, 45, 60 y 90 días después de la siembra(dds), las medidas se realizaron, con una regla milimétrica (Fig. 13), la cual, se midió desde la base hasta las últimas hojas de la plana. Las medidas fueron expresadas en centímetros (cm), y se contaron con cuatro evaluaciones de altura.

3.2.3.2. Numero de flores por planta

Las flores se evaluaron al transcurrir 30 días después del sembrado de los estolones de ahí se procedió a evaluar cada 30 días, y se contó las flores de cada planta y cada tratamiento en las tres evaluaciones realizadas (Fig. 10)

3.2.3.3. Características del fruto (largo, ancho y peso)

Las características del fruto se evaluó con un vernier midiendo los frutos recolectados en cada tratamiento midiendo el largo y ancho (Fig 19) después de haberlos cosechados, sacando un promedio, seguido a eso se pesaron los frutos y se sacaron promedios para su análisis.

3.2.3.4. Materia seca

La materia seca se evaluó al final del experimento, ya que en la evaluación se procedió a cortar las plantas para luego secarlas en una estufa y poder hallar la cantidad de materia seca presente en las plantas (Fig. 20-21).

3.2.3.5. Grados brix

Los grados brix de la fruta se evaluó con la ayuda de un brixometro en el laboratorio de alimentos de la Universidad nacional agraria de la selva, usando el sumo de las fresas recolectadas (Fig. 17).

3.2.3.6. Rendimiento de frutos (kg)

El rendimiento de parcela se realizó mediante el pesado de frutos por tratamiento comparando con trabajos anteriores para lograr estimar un rendimiento por hectárea.

3.2.3.7. Análisis e Índice de rentabilidad

Con la información recolectada se procedió a calcular un análisis económico y de producción de frutos con las siguientes formulas.

- Ingreso bruto = número frutos/Kg x precio
- Relación de rentabilidad = Ingreso bruto/ inversión total.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de planta

Se pudo observar que tanto que el abono utilizado como la dosis aplicada tuvieron un efecto significativo en la altura de las plantas de fresa durante las cuatro fechas de evaluación, (Tabla 7, Fig. 3). En general, se encontró que todas las plantas tratadas con lombrihumus presentaron alturas significativamente mayores en comparación con las del grupo de control (Testigo), sin embargo, las alturas más destacadas se registraron cuando se utilizó lombrihumus en el nivel 3 % M.O/bolsa (T₇), con el cual se obtuvo alturas de plantas con una variación de 8,1 cm durante la primera evaluación hasta 37,1 cm en la última evaluación, le siguió la aplicación de gallinaza también con el mismo nivel de 3 % M.O/bolsa (T₄) con alturas de 7,3 cm en la primera evaluación hasta 29 cm en la última evaluación.

En general, el tamaño de altura promedio de las plantas de fresa fertilizadas con lombrihumus fue de 10,26; 21,1; 25,43 y 33,85 cm, lo cual manifestó una diferencia que varió desde 7,46 cm con relación a la gallinaza, mientras que con respecto al lombrihumus la diferencia varió hasta en 15,46 cm.

Cuando se analizó cada abono en sus diferentes dosis se pudo observar que, en el caso de lombrihumus se determinó que la mayor altura siempre fue alcanzada con el nivel de 3 % M.O/bolsa (T₇), siendo significativamente superior a los valores observados de los niveles inferiores de 2,5 % y 3 % M.O/bolsa (T₆ y T₅ respectivamente) en todas las evaluaciones realizadas. Según Hancock (2019), el aumento de tamaño estaría relacionado a los niveles finales de N, P, K del suelo, teniendo como resultado en el análisis de suelo final 0,16 % de nitrógeno, 20,13 ppm de P y 807,93 ppm K y con 3,35 % de M.O el T₇ (1,33 kg/planta de lombrihumus) logro una mejora en la calidad estructural del suelo con un aumento de 1,89 % de M.O y en los niveles de nutrientes en ella, lo cual pudo contribuir significativamente al desarrollo saludable y al incremento en altura de las plantas de fresa.

Se pudo observar un comportamiento similar con la aplicación de gallinaza en el mismo nivel de 3 % M.O/bolsa (T₄) la cual mostró resultados significativamente superiores a las otras dos dosis evaluadas, esto debido a que el contenido de fósforo en la gallinaza suele ser más alto que en otros fertilizantes orgánicos, y puede oscilar entre el 2 % y el 5 %. El fósforo desempeña un papel clave en la formación de raíces, la floración y la fructificación de las plantas de fresa, y que el contenido de potasio en la gallinaza generalmente es más bajo que el nitrógeno y el fósforo, y puede variar entre el 1 % y el 3 %. El potasio es esencial para el

desarrollo general de la planta las cuales no mostraron diferencias entre ellas, esto se ve reflejado en el análisis final de suelo donde el T₄ tiene 337,28 ppm de K (19,72 %) y Unos 25,56 ppm de P (1,49 %) (Zaharah, 2019). Los cuales claramente influenciaron en la altura. De igual manera, con relación al testigo, aunque en general sus valores fueron inferiores a los tratamientos con aplicación de los abonos orgánicos evaluados.

Tabla 7. Cuadrado medio del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para altura de plantas evaluados a los 60, 75, 90 y 120 dds

Fuente de variación	GL	60 días		75 días		90 días		120 días	
		CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
Bloque	3	2,99 *	0,0014	18,19*	0,0248	25,64 *	0,0303	28,10 *	0,049 1
Tratamiento	6	53,23 *	<0,0001	189,28 *	<0,0001	200,59 *	<0,000 1	218,01 *	<0,00 01
Error experimental	18	0,04				6,36		8,72	
Total	27								
CV		3,06		3,47		3,80		4,91	
R ²		0,86		0,89		0,92		0,96	

*: Significancia

El lombrihumus es un abono similar a la turba, con una elevada porosidad, aireación, drenaje, capacidad de retención de agua y actividad microbiológica, lo cual lo hace un excelente mejorador y recuperador de suelos (Atiyeh et al. 2001). A su vez, durante el vermicomposteo se incrementan la concentración de ácidos húmicos y fúlvicos y la capacidad de intercambio catiónico y nutrimentos minerales como nitrógeno y potasio (Atiyeh et al. 2001). Por ello, su adición al suelo mejora su fertilidad ocasionando que la planta tenga un mejor crecimiento y desarrollo debido a las sustancias húmicas generadas (Glaser et al. 2002), esto se refleja en una mayor altura en comparación a menores dosis de esta, obteniendo como mejor resultado la mayor dosis.

En vista que se obtuvieron diferencias estadísticas significativas para los tratamientos, es necesario realizar para los tratamientos la comparación de medias mediante la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$), con el fin de determinar cuál de los tratamientos se destacó en altura de plantas comparado a los demás tratamientos (Tabla 8).

Tabla 8. Promedios del efecto del tipo de abono y de la dosis de aplicación sobre la altura de planta (60, 75, 90 y 120 dds)

		Nivel de aplicación de M.O % /bolsa	Tiempo de muestreo			
			60 días dds	75 días dds	90 días dds	120 días dds
Testigo	T ₁	0 %	6,7 ± 2,915 d	11,9 ± 3,214 d	14,4 ± 4,760 d	18,4 ± 4,562 d
	T ₂	2 %	7,3 ± 9,710 c	10,9 ± 9,711 c	14,2 ± 10,084 c	23,9 ± 10,167 cd
Gallinaza	T ₃	2,5 %	8,4 ± 6,690 c	13,8 ± 9,794 c	19,9 ± 7,582 c	26,3 ± 6,967 bc
	T ₄	3 %	13,7 ± 6,562 c	16,2 ± 6,521 c	22,3 ± 5,523 c	29,0 ± 7,786 c
			9,8 c	13,66 c	17,46 c	26,04 c
	T ₅	2 %	8,2 ± 9,436 c	18,9 ± 9,928 c	23,3 ± 8,451 c	31,2 ± 9,530 b
Lombrihumus	T ₆	2,5 %	9,7 ± 8,642 a	21,5 ± 10,089 a	25,6 ± 8,362 a	33,3 ± 9,932 a
	T ₇	3 %	12,9 ± 6,488 c	22,9 ± 5,693 c	27,4 ± 6,864 a	37,1 ± 6,919 a
			10,26 a	21,1 a	25,43 a	33,86 a

Valores en una columna seguidos de letras diferentes mostraron diferencias significativas según Duncan $p < 0,05$

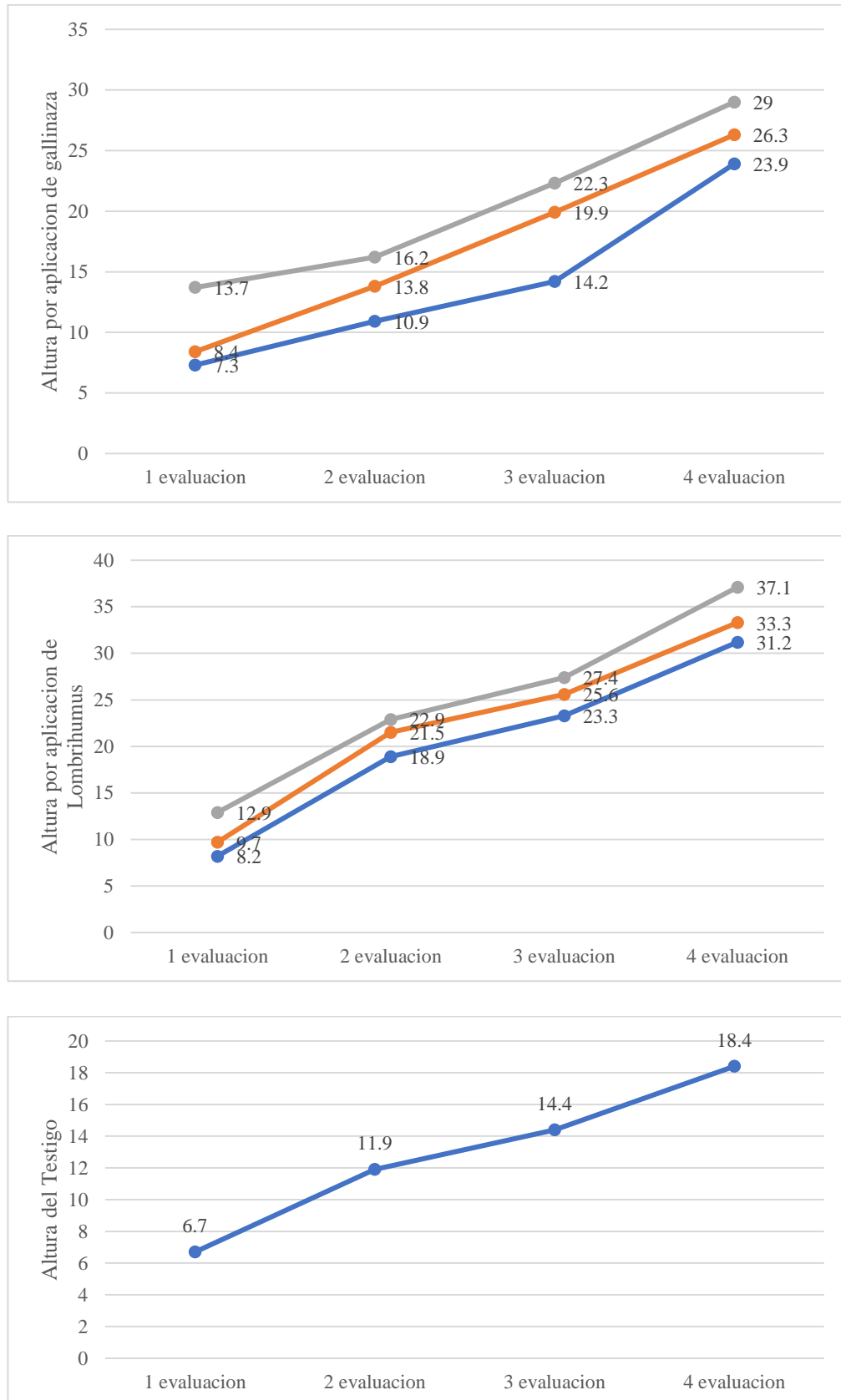


Figura 3. Variación de la altura de plantas de fresa por efecto de la aplicación de diferentes dosis de los fertilizantes orgánicas (60, 75, 90 y 120 dds)

Los valores vistos en la Figura 3 son inferiores respecto a lo reportado por Quishpe (2013) en su estudio de fertirriego en fresa, en el que se obtuvieron coeficientes de variación de 5,62 %, 1,26 % y 1,68 %. Dicha diferencia se debe posiblemente a una mayor respuesta varietal debido a que las variedades evaluadas en el proyecto no son las mismas. Por su parte, Hernández (2018) con la Festival, en campo reporto una altura de planta, con sustrato reporto alturas de 6,87 cm, 12,19 cm y 20,50 cm a los 30,45 y 60 días respectivamente. Dichos valores, son inferiores a los obtenidos en el presente estudio, los cuales alcanzaron en promedio de 10,26 cm, 21,1 cm 25,43 y 33,86 cm a los 60, 75, 90 y 120 días respectivamente.

Los resultados obtenidos indican que tanto el lombrihumus como la gallinaza tuvieron un efecto positivo en los cultivos cuando se aplicaron en las tres dosis evaluadas. Además, se observó que el efecto fue más notable a dosis más altas. Esto puede atribuirse al mayor potencial nutricional del lombrihumus, como se evidencia en los valores de materia orgánica (M.O) de 21,70, el cual al ser mayor al de la gallinaza (12,11) permitió una mejor circulación de aire y una mayor capacidad de retención de agua en el suelo, lo que beneficia el desarrollo de las raíces, sumado a esto la cantidad de P_2O_5 (26,95 %) presente en el lombrihumus ayudo en el desarrollo de un sistema de raíces sano y robusto, lo cual es crucial para la absorción eficiente de nutrientes y agua del suelo (Tabla 6), según Hancock (2019) utilizar el lombrihumus mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Muñoz et al. (2012) en su estudio de aplicación de compost en la producción de fresa var. Albion, determinó que el Humus aporta nutrientes como N, P, K, entre otros, los cuales influyen en el desarrollo fenológico del cultivo. También Huerta y Cruz (2018), en su estudio aplicación de abonos orgánicos en la producción de fresas concluyen que el lombrihumus de vacuno, resultaron muy favorables para el crecimiento de plantas. Además, en un estudio realizado por Molina et al. (2015) sobre el efecto de diferentes tipos de abonos orgánicos en cultivos de fresa, se concluyó que la aplicación de abono compost proporciona condiciones favorables para un crecimiento vigoroso, una buena altura y una fructificación adecuada de las plantas. Asimismo, Vega et al. (2019) señalan que el compostaje ha sido una técnica ampliamente utilizada por los agricultores como un medio para estabilizar los nutrientes de los residuos orgánicos y otros componentes, con el fin de utilizarlos como fertilizante. Los residuos de cocina, restos de cosechas y otros materiales aplicados al suelo mejoran las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo, lo cual se relaciona con el desarrollo de plantas vigorosas y una mayor altura.

4.2. Número de flores por planta

En cuanto al número de flores por planta, se realizó una evaluación a los 60 días después de la siembra, con un intervalo de 30 días entre cada evaluación. Aunque no se observó ningún efecto del tipo de abono durante la primera evaluación, se detectó un efecto significativo del tipo de abono orgánico a partir de la segunda evaluación. Además, en las tercera y cuarta evaluaciones se observó un efecto adicional de la dosis aplicada (Tabla 9). Los resultados revelaron que el uso de lombrihumus produjo el mayor número de flores, con un promedio que osciló entre 4 y 8 flores por planta en las diferentes evaluaciones. En segundo lugar, se encontró la gallinaza, con un rango de 3 a 6 flores.

Tabla 9. Cuadrado medio del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para el numero de flores/planta.

Fuente de variación	GL	60 días		90 días		120 días	
		CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
Bloque	3	0,52 **	0, 5240	0,92 *	0,0066	0,94 *	0,0061
Tratamiento	6	4,63 *	0,0007	3,71 *	<0,0001	3,65 *	<0,0001
Error experimental	18	0,68		0,16		0,29	
Total	27						
CV		8,36		7,79		7,16	
R ²		0,70		0,86		0,77	

*: Significancia

Al realizar el análisis de varianza de las evaluaciones a los 60, 90 y 120 dds, los bloques no tuvieron diferencias estadísticas significativas solo en la primera evaluación (60 días) y presentaron diferencias estadísticas a los 90 y 120 días, debido que el valor de probabilidad es menor al planteado ($P < 0,05$), a diferencia de los tratamientos, quienes presentan diferencias estadísticas en las tres evaluaciones, debido que, el valor de probabilidad es menor al planteado ($P < 0,05$) (Tabla 9). El CV fue 8,36 %; 7,79 % y 7,16 %, se considera baja dispersión, según los datos referenciados por Pimentel (1985) quien señala que normalmente en los ensayos agrícolas de campo los CV se consideran bajos cuando son inferiores a 10 %. Además, se muestran R² con valores de 0,70 %; 0,86 % y 0,77 %, según Martínez et al (2008) el R² adquiere valores entre cero y uno, cuando los valores se acercan a uno, mayor será la dependencia de las variables que se quiere demostrar, considerando la

referencia podemos decir que la relación entre compost y diámetro de tallo fue de 70 %, 86 % y 77 %.

Tabla 10. Efecto del tipo de abono y de la dosis de aplicación sobre el número de flores en plantas de fresa

		Nivel de aplicación de M.O %	Tiempo de muestreo		
			60 días	90 días	120 días
Testigo	T ₁	0 %	2,3 ± 0,09 c	3,2 ± 0,128 c	3,8 ± 0,16 c
Gallinaza	T ₂	2 %	3,6 ± 0,218 ab	4,1 ± 0,214 b	5,5 ± 0,27 b
	T ₃	2,5 %	3,2 ± 0,264 bc	3,5 ± 0,239 b	5,8 ± 0,31 b
	T ₄	3 %	3,7 ± 0,199 ab	4,8 ± 0,218 bc	5,9 ± 0,34 b
			3,49b	3,78 b	5,73 b
Lombrihumus	T ₅	2 %	4,1 ± 0,228 ab	4,3 ± 0,210 ab	6,1 ± 0,37 a
	T ₆	2,5 %	4,1 ± 0,261 a	4,6 ± 0,401 a	6,9 ± 0,58 a
	T ₇	3 %	4,2 ab	5,3 ± 0,227 ab	8,2 ± 0,32 a
			4,12 a	4,74 a	7,05 a

Valores en una columna seguidos de letras diferentes mostraron diferencias significativas según Duncan $p < 0,05$

Al evaluar el efecto de cada tipo de abono en el número de flores, se encontró que el lombrihumus utilizado en el nivel de 3 % M.O/bolsa (T₇) brindó los mejores resultados. Se obtuvo un máximo de 8 flores por planta al final del período de evaluación. En contraste, con las dosis más bajas se alcanzó un máximo de 6 flores por planta. De manera similar, se observó que la aplicación de Gallinaza en el nivel de 3 % M.O/bolsa (T₄) también resultó en un mayor número de flores. Esta dosis fue significativamente superior a las otras dos dosis evaluadas. Por otro lado, el tratamiento testigo mostró un máximo de 4 flores por planta al final del período de evaluación.

La comparación del promedio de flores (Tabla 10), a los 60 dds, se observa mayor aparición en los tratamientos con lombrihumus T₇, T₆ y T₅, estadísticamente son iguales, en segundo lugar, se observa a los tratamientos T₄, T₃ y T₂ que también son iguales estadísticamente y diferentes al tratamiento testigo. A los 60 y 90 dds, todos los tratamientos donde se aplicó abonamiento orgánico con tres dosis de cada uno son iguales estadísticamente entres si a diferencia del tratamiento testigo que sigue obteniendo una menor cantidad de flores. El efecto de mayor dosis de lombrihumus se determina cuando las plantas incrementan en la producción de estolones, flores y frutos según Huerta y Cruz (2018), las plantas exhibieron una respuesta positiva a la aplicación del mayor nivel de aplicación 3 %/bolsa de lombrihumus. Los

investigadores encontraron que la mayor cantidad de flores se produjo cuando se aplicó un 50 % y 75 % de lombrihumus en el suelo, lo cual concuerda con nuestros resultados. Es importante tener en cuenta que un contenido adecuado de lombrihumus en el suelo garantiza una porosidad adecuada, retención de agua, una buena oxigenación para la actividad microbiológica, y un mayor contenido de minerales, lo que a su vez promueve un mayor desarrollo en el diámetro de las plantas. La aplicación de compost al suelo también incrementa el porcentaje de materia orgánica y nitrógeno, además de minerales como fósforo y potasio, los cuales benefician el crecimiento de las plantas (Román, 2013).

4.3. Características del fruto (largo, ancho y peso)

Se observó que el tipo de abono tuvo un efecto significativo en la longitud de los frutos de fresa, mientras que tanto el tipo como la dosis de abono tuvieron un efecto en el ancho y peso de los frutos (Tabla 11). En términos de la longitud del fruto, se encontró que tanto el lombrihumus como la gallinaza, en diferentes dosis utilizadas, produjeron valores significativamente mayores, mientras que el valor más bajo se obtuvo en el tratamiento sin abono. En cuanto al ancho del fruto, se observó que el mayor valor se registró con la aplicación de lombrihumus en el nivel de 2,5 % M.O/bolsa (T₆), con frutos de 38,6 mm de ancho. Con los demás abonos y dosis, los valores variaron entre 32,5 y 34,8 mm, los cuales, aunque fueron menores, resultaron superiores a los valores observados en el tratamiento sin abono.

Tabla 11. Efecto del tipo de abono y de la dosis de aplicación sobre el tamaño de fruto (largo x ancho) y peso del fruto de fresa.

		Nivel de aplicación de M.O %/bolsa	Largo (mm)	Ancho (mm)	Peso (g)
Testigo	T ₁	0 %	30,1 ± 7,89 b	24,4 ± 3,97 c	11,8 ± 4,53 c
Gallinaza	T ₂	2 %	45,2 ± 2,07 a	32,5 ± 1,26 ab	18,6 ± 1,71 b
	T ₃	2,5 %	45,3 ± 2,08 a	32,8 ± 0,58 ab	19,4 ± 1,32 ab
	T ₄	3 %	49,2 ± 2,10 a	34,5 ± 0,73 b	22,3 ± 0,53 bc
lombrihumus	T ₅	2 %	50,4 ± 3,18 a	34,8 ± 1,46 ab	23,0 ± 2,64 ab
	T ₆	2,5 %	54,4 ± 3,96 a	38,6 ± 1,26 a	28,8 ± 3,064 a
	T ₇	3 %	50,1 ± 2,32 a	34,2 ± 1,42 ab	22,3 ± 2,99 ab

Valores en una columna seguidos de letras diferentes mostraron diferencias significativas según Duncan $p < 0,01$

Finalmente, de acuerdo con los resultados anteriores, se observó que el lombrihumus aplicado en el nivel de 2,5 % M.O/bolsa produjo los mayores valores de peso de los frutos, con un promedio de 28,8 g. Los frutos obtenidos de plantas fertilizadas con gallinaza

al nivel de 3 % M.O/bolsa también mostraron un peso significativamente mayor, con un promedio de 22,3 g. Por otro lado, los frutos del tratamiento sin abono presentaron el peso más bajo, con un promedio de 11,8 g por fruto. Las mejores características fueron obtenidas por los tratamientos con mayor cantidad de lombrihumus y gallinaza ya que como se ve en la Tabla 6 el análisis final de suelo corrobora un aumento de M.O el cual fue buenamente aprovechado por la planta para una mejor producción de frutos y sus características lo cual concuerda con lo informado por Avitia-García et al. (2014).

4.4. Materia Seca

La determinación del contenido de materia seca se llevó a cabo en las hojas, tallos y raíces de las plantas al momento de la cosecha final ya que extraerlos en las fechas de las evaluaciones provocaría un error en los datos que se evaluaron como altura, números de flores y características del fruto debido a que las plantas serían eliminadas. Los estolones no se tuvieron en cuenta en este análisis, ya que fueron podados tan pronto como aparecieron además de que la poda de este incentivo a la producción y desarrollo de los frutos en el cultivo. Esta práctica se realizó con el propósito de enfocarse en la evaluación del rendimiento, siguiendo la recomendación de Ávila (2015), quien señala que la eliminación de estas estructuras promueve un mayor desarrollo de las coronas y evita la pérdida de energía durante la fructificación.

Se tiene en el análisis de varianza para el porcentaje de materia seca al final del experimento (Tabla 12), que se hallaron diferencias estadísticas significativas para bloques y tratamientos ($p < 0,05$). El CV es de 8,45 %, indicando una poca variación y buena uniformidad en los datos obtenidos de la materia seca. El R^2 fue de 0,99, lo que supone que el 98 % de los resultados obtenidos para la materia seca de las plantas de fresa, se deben a haberse aplicado los diferentes tratamientos en estudio.

Tabla 12. Análisis de varianza ($\alpha=0,05$) para la materia seca de las plantas de fresa.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal	p-valor
Bloques	3	19,10	6,37	31,63	3,81
Tratamientos	6	666,09	111,02	1,8139	<0,1807
Error experimental	18	63,18	3,50		
Total	27	748,37			
CV	8,45 %				
R^2	0,99				

Al no haberse encontrado diferencias estadísticamente significativas para tratamientos, no se tuvo que realizar la comparación de medias o la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para determinar cuál de los tratamientos resultó ser mejor en lo que respecta a materia seca de las plantas, sino que se procedió a la evaluación de los promedios generales de cada tratamiento en cada una de las evaluaciones para luego poder sacar un promedio general en cual se detalla en la Tabla 13.

Los tratamientos con una cantidad superior de materia seca fueron T₇ y T₄ (Tabla 13), los valores son diferentes de los reportados por Avitia-Garcia et al., (2014) donde evaluó además las flores y frutos y que presentaron mayor acumulación de materia seca; sin embargo, la razón de estas diferencias fue que al momento de la cosecha del material vegetal se cortaron los frutos para la última evaluación de cosecha, por lo que los frutos no fueron contabilizados en la presente variable.

Tabla 13. Materia seca de fresa por tratamientos.

	Tratamiento	Nivel de aplicación de M.O %/bolsa	Materia Seca (g/planta)
Testigo	T ₁	0 %	7,9
Gallinaza	T ₂	2 %	10,25
	T ₃	2,5 %	12,99
	T ₄	3 %	19,26
lombrihumus	T ₅	2 %	10,98
	T ₆	2,5 %	13,85
	T ₇	3 %	21,31

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de materia seca acumulada en las plantas de fresa está relacionada con la disponibilidad de nutrientes. La figura 4 muestra que los tratamientos con lombrihumus presentaron una mayor cantidad de materia seca en comparación con los tratamientos de gallinaza, lo cual concuerda con lo informado por Avitia-Garcia et al. (2014), quienes señalan que una mayor acumulación de materia seca está asociada a una mayor absorción de nutrientes. El tratamiento T₇ con el nivel máximo de 3 % M.O/bolsa mostró tener una mayor concentración de materia seca dando como resultado 21,31 g/planta, similar a los 28,26 g/planta reportados por Ortiz et al. (2016) para la misma variedad, aunque cultivada en suelo y utilizando bacterias promotoras de crecimiento.

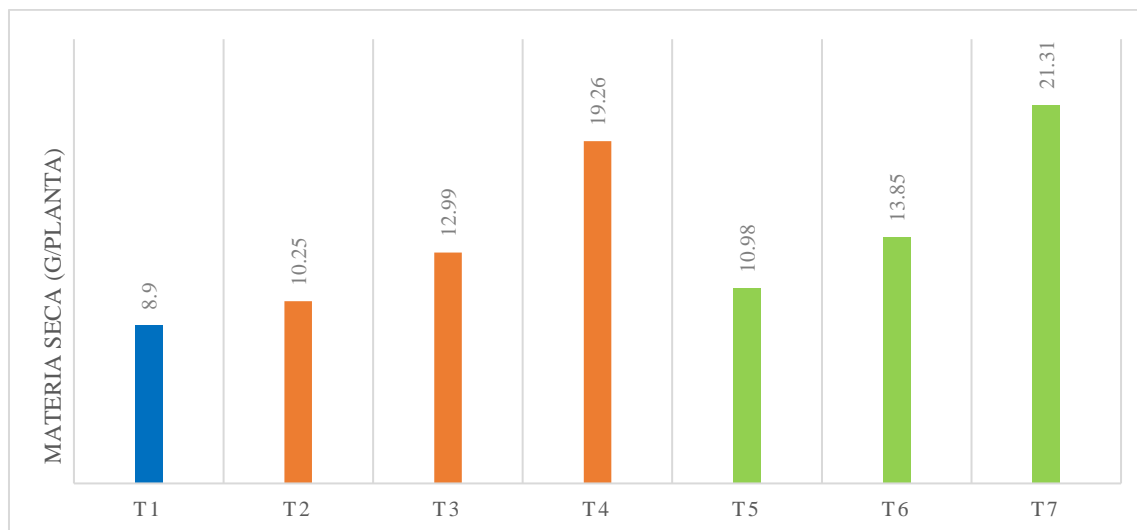


Figura 4. Contenido de materia seca(g/planta) en fresa.

4.5. Grado brix

El nivel de dulzor de la baya se logra medir a través de los gradox Brix ($^{\circ}$ Brix), las primeras tres evaluaciones (30-90 dds) los tratamientos que destacaron fueron los tratamientos con lombrihumus con frutos con valores de hasta 7,85 $^{\circ}$ Brix.

Durante las últimas tres evaluaciones, el tratamiento T7 el nivel de 3 % M.O/bolsa de lombrihumus se destacó por la dulzura de los frutos, alcanzando un promedio de 7,8 $^{\circ}$ Brix al final del experimento, como se muestra en la Tabla 12. Ortiz et al. (2016) informaron un valor de 9,51 $^{\circ}$ Brix para esta misma variedad, señalando que el contenido de $^{\circ}$ Brix está influenciado por la concentración de nutrientes. Sin embargo, en los datos obtenidos en esta investigación, ese factor no resultó determinante, ya que ambos tratamientos en conjunto (sin contar al testigo) tuvieron un grado de dulzor mayor a 7 $^{\circ}$ Brix. Otro dato adicional que se pudo obtener fue que las fresas en Tingo María son traídas desde el valle de Huaral-Ancash y en promedio poseen 10 $^{\circ}$ Brix, estas al ser de otras variedades pueden explicar el dulzor de las fresas, también el hecho de haber recibido un mejor tratamiento nutrimental ayudaría a las cualidades organolépticas de la fresa.

En variedades extranjeras, se observa una menor cantidad de $^{\circ}$ Brix en comparación con los resultados reportados por Casierra-Posada et al. (2011). En su estudio, evaluaron diferentes colores de cobertura y analizaron las propiedades fisicoquímicas del fruto, obteniendo valores que oscilaron entre 5,35 y 9,67 $^{\circ}$ Brix. Por otro lado, Martínez-Soto et al. (2008) examinaron cuatro variedades extranjeras de fresa y encontraron un rango de $^{\circ}$ Brix de 7,54 para la variedad Camino Real y 10,74 para la variedad Sweet Charly. Además, Caner et al.

(2008) informaron un valor de 7,12 °Brix para la variedad Camarosa, mientras que Palencia et al. (2016) registraron 7,70 °Brix en fresas cultivadas con fibra de coco en var. San Andreas, Gonzales en el 2019 en su tesis Efecto de la aplicación de cuyaza en el rendimiento y calidad de frutos de fresa en Huánuco obtuvo como resultado final 9,8 °Brix al aplicar 1,50 kg/planta de cuyaza. Por lo tanto, los resultados obtenidos en este estudio demuestran la competitividad de los tratamientos en términos de dulzura de los frutos. Según Martínez et al. (2008), un aumento de acumulación de nutrientes mejora las cualidades del fruto, ya que los compuestos que aportan dulzura son primordialmente azúcares como fructosa, glucosa y sacarosa. Cabe mencionar que estos factores pueden verse afectados por la temperatura. Según Wang et al. (2000), un aumento en la temperatura por encima de los 30 °C durante el día puede provocar una disminución en la dulzura del fruto, aunque este efecto no se observó en la presente investigación.

Tabla 14. Estimación de grados Brix (°Brix) del cultivo de fresa

Tratamiento	Nivel de aplicación de M.O %/bolsa	Promedios	Significancia
T ₁	0 %	6,10	c
T ₂	2 %	7,20	a
T ₃	2,5 %	7,70	a
T ₄	3 %	7,80	ab
T ₅	2 %	7,80	b
T ₆	2,5 %	7,85	b
T ₇	3 %	7,88	b

Fuente: Elaboración propia

4.6. Estimación del rendimiento/bolsa

Con base en los resultados anteriormente obtenidos, se observó un aumento en el rendimiento de fresa por efecto de la aplicación del lombrihumus. Al usar gallinaza, el rendimiento fue mayor al testigo entre un 1,3 % hasta 42,4 % en los 3 respectivos niveles. Finalmente, el mayor aumento del rendimiento se logró con la aplicación de lombrihumus, el cual fue 33,6 y 53,8 % respecto al testigo con la aplicación de 3 % M.O/bolsa T₇.

Según Hancock (2019) y Zaharah (2019) reportan que a mayor cantidad de materia orgánica mejor desarrollo y producción de la fresa en este caso se observa que al final el T₇ y T₄ mejor tuvieron el porcentaje más alto de todos los tratamientos en cuanto a materia orgánica 3,18 % y 3,04 % según el análisis de suelo final de cada uno de los tratamientos,

teniendo en cuenta lo anterior corrobora los resultados en cuanto a rendimiento esto sumado a que la cantidad de M.O 21,70 ,P₂O₅ (5,623), son mayores en el lombrihumus y en cuanto a K (10,82), se presenta en menor cantidad en la gallinaza (12,2), esto sería un factor que al estar en menor cantidad genera la disminución de la cantidad y calidad de frutos recolectados, a esto también se le suma que el lombrihumus posee una mayor cantidad de microelementos como Ca, Mg, Na que colaboran en un mejor rendimiento para los tratamientos con ese tipo de abonamiento.

Según Hernández (2018) la estimación de rendimiento al aplicar humus de lombriz fue de 32 t/ha con una dosis de 1,5 kg/planta de lombrihumus, esto vendría a ser 1,6 kg/planta en las cosechas en comparación al mejor tratamiento del experimento T₇ con un nivel de 3 % de M.O/bolsa que logro un total de 1,9 kg/bolsa en las 3 cosechas realizadas, aunque no parece un aumento demasiado grande de aplicación, en comparación vendría a ser un parámetro de diferenciación y de una mejor producción de frutos por parte de las plantas, adicional a esto se puede atribuir a las condiciones climáticas de frio que estimulan a la planta a la producción de frutos.

Tabla 15. Estimación de rendimiento del cultivo de fresa

Tratamiento	Nivel de aplicación de M.O % /bolsa	Promedios de peso (frutos/bolsa)	producción total en kg/bolsa
T ₁	0 %	11 (122,80 g)	0,37 kg
T ₂	2 %	18 (136,40 g)	0,41 kg
T ₃	2,5 %	22 (462,50 g)	1,39 kg
T ₄	3 %	26 (546,12 g)	1,64 kg
T ₅	2 %	22 (458,70 g)	1,38 kg
T ₆	2,5 %	26 (562,13 g)	1,69 kg
T ₇	3 %	28 (660,95 g)	1,98 kg

Fuente: elaboración propia

En la presente investigación, el rendimiento por planta mostró valores que oscilaron entre 11,1 g y 28 g por planta y por cosecha. Estos valores son inferiores a los reportados por Sarmiento et al. (2019), quienes encontraron un rendimiento de 23,30 g/bolsa para la variedad San Andreas. Además, estos mismos autores reportaron rendimientos de 43,09 g y 43,66 g por planta para las variedades San Andreas y Cabrillo, respectivamente. Es importante tener en cuenta que, si bien los valores superiores en esos experimentos pueden atribuirse al tamaño de la muestra (16 plantas), en el presente proyecto se evaluaron 8 plantas, lo que podría influir en los resultados obtenidos.

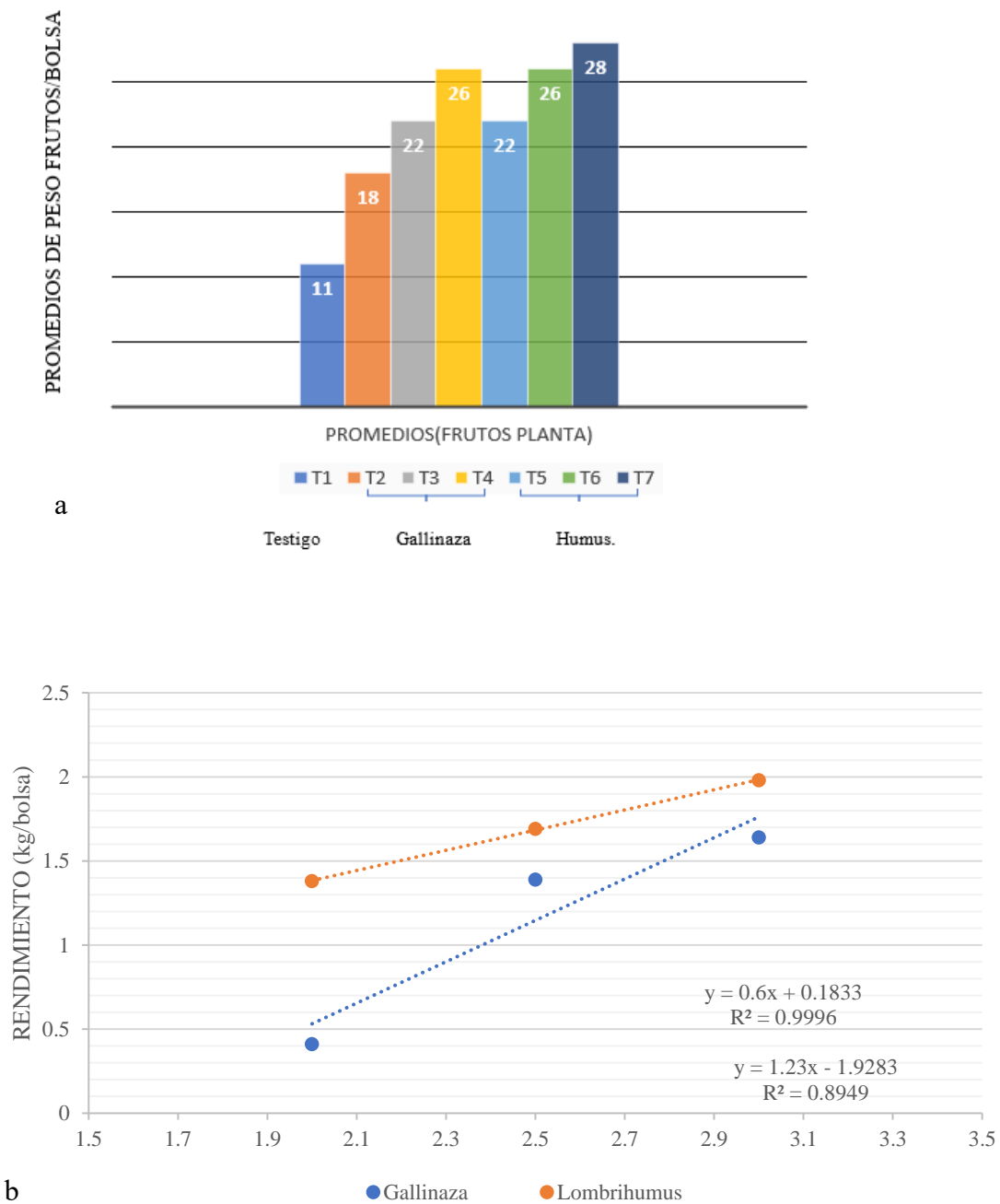


Figura 5. Promedio (a) (fruto/bolsa) y rendimiento (b) (kg/bolsa) en fresa en 2; 2,5 y 3 % de M.O.

4.7. Análisis e índice de rentabilidad beneficio/costo(B/C).

En la Tabla 16, se muestra el análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio determinados de la producción de fresas variedad san Andreas producidos mediante dos fuentes y tres niveles de materia orgánica, la rentabilidad que se determinó para los tratamientos en estudio, proyectando a el rendimiento y el costo de producción al total de los tratamientos.

Si bien todos los tratamientos en estudio que emplearon mas dosis de estiercol resultaron ser mejor en cuanto el rendimiento, los tratamientos más rentables resultan ser el T₇ (lombrihumus con 3 % de M.O/bolsa), el T₄ (gallinaza con 3 % de M.O/bolsa), que alcanzaron un rendimiento de 1,98 kg/bolsa (7,93 kg/tratamiento total) y 1,64 kg/bolsa (6,55 kg/tratamiento total), generando además un índice de rentabilidad en relacion cantidad cosechada/bolsas totales llegando a generar de 0,80 y 0,85 (S/.) respectivamente. El índice de costo/beneficio de los tratamientos T₇ y T₄ fue de 0,15 y 0,15 S/, lo cual representa una ganancia minima en el experimento, esto debido a que el numero de plantas sembradas no fue el utilizado en campo definitivo con fines comerciales. En base a estos resultados se puede confirmar, como se planteó en la metodología para el análisis de rentabilidad, que los beneficios obtenidos por varios de los tratamientos superan a su coste de producción, ya que las ganancias son mayores que los egresos, donde por cada monto invertido se recuperará la inversión de dicho capital y una ganancia, destacando de entre todos los tratamientos el T₇ y T₄ como aquellos que lograron un índice de rentabilidad y relación costo/beneficio más alta que los demás tratamientos.

Tabla 16. Análisis de rentabilidad en la producción de fresas

S./ Costo de producción/Tratamiento									
Trat.	Descripción	Abono	E	Mant.	C. Total (S/.)	kg/bolsa	I. B.	IND. RENT	C/B
T ₁	Testigo	0,00	9,60	140,00	149,60	2,95	35,37	0,76	0,24
T ₂	0.62 kg/planta	147,90	9,60	140,00	297,50	1,64	19,64	0,93	0,07
T ₃	1.19 kg/planta	284,80	9,60	140,00	434,40	5,55	66,60	0,85	0,15
T ₄	1.76 kg/planta	376,80	9,60	140,00	526,40	6,55	78,64	0,85	0,15
T ₅	0.47 kg/planta	112,20	9,60	140,00	261,80	5,50	66,05	0,75	0,25
T ₆	0.90 kg/planta	216,00	9,60	140,00	365,60	6,75	80,95	0,78	0,22
T ₇	1.33 kg/planta	319,80	9,60	140,00	469,40	7,93	95,18	0,80	0,20

Precio de venta de fresas por kg = 12 soles

IB = kg/tratamiento x precio de venta

UN = IB - Costo total

IND. RENT = UN / Costo total

C/B = IB / Costo total

V. CONCLUSIONES

En base a lo evaluado se puede determinar:

1. La producción de fresa var. San Andreas tuvo un resultado positivo a la aplicación de niveles altos de materia orgánica, teniendo como nivel mínimo un 3 % de M.O, para lograr generar ganancias económicas en la propagación comercial en la localidad de Tingo María e incentivar el crecimiento y desarrollo adecuado de la planta.
2. La mejor fuente en el rendimiento y producción de frutos de fresa fue el lombrihumus con un nivel de 3 % M.O/bolsa(T₇), el cual origino el mayor resultado de frutos tanto en tamaño como en calidad seguido del nivel 2,5 % M.O/bolsa T₆ el cual demostró un comportamiento similar a la mejor fuente de gallinaza.
3. Así mismo se determinó que el mejor nivel para abonamiento de fresa con fuentes orgánicas fue de 3 % M.O/bolsa, para ambas fuentes obteniendo así un nivel mínimo para proyectos futuros.
4. La mayor rentabilidad se determinó para los tratamientos que emplearon ambas fuentes (gallinaza y lombrihumus) y como resultado los T₇ y T₄, que alcanzaron rendimientos de 1,98 kg/bolsa y 1,64 kg/bolsa, generando una rentabilidad de 0,20 y 0,15 S/. respectivamente, teniendo en cuenta la relación calidad/cantidad y peso total de la cosecha.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Se recomienda la realización de proyectos en campo definitivos, similar a la presente investigación, ya que se ha asumido la producción de la fresa con abonos orgánicos en un entorno controlado, al llevar a cabo estudios en condiciones reales de campo, se podrían obtener resultados más representativos y evaluar de manera más precisa el impacto de los fertilizantes orgánicos en la producción y desarrollo de las plantas con el uso de riego o fertirriego. Además, se podrían analizar otros aspectos relevantes, como el desarrollo radicular de las plantas y su capacidad de absorción de nutrientes.
2. La presente investigación proporcionó resultados prometedores sobre la eficacia de los abonos orgánicos en la fertilización de plantas de fresa. Como resultado, se recomienda la inclusión de estos abonos en los futuros proyectos de fertilización. Sin embargo, con el objetivo de respaldar esta recomendación con evidencia económica sólida, es crucial llevar a cabo un análisis económico exhaustivo para evaluar y verificar la factibilidad de su uso en comparación a los fertilizantes.
3. Además de lo expuesto, se sugiere llevar a cabo investigaciones adicionales, pero abarcando diferentes especies cultivadas y de importancia económica en la región. Esto permitiría ampliar el conocimiento sobre la influencia de los abonos orgánicos en el rendimiento de los cultivos. También proporcionaría una base sólida para el desarrollo de estrategias de fertilización sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, que sean beneficiosas tanto para los agricultores como para el ecosistema agrícola en general de dichas especies. El objetivo es establecer estrategias de fertilización que minimicen el impacto ambiental, al mismo tiempo que aseguren rendimientos óptimos para los agricultores.

VII. REFERENCIAS

- Atiyeh et al. 2001. *Efecto de la cubierta (microtúnel) en la productividad de dos variedades de fresa (Fragaria vesca) en el sector Cajanuma Cantón Loja. La Granja: Revista de Ciencias de La Vida* 31(1): 131–141.
- Álvarez, M. 2018. Caracterización de microorganismos benéficos provenientes de tres pisos altitudinales de Azuay - Ecuador y su influencia en el cultivo de fresa. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Ariza, D. 2019. Fuentes Y Niveles De Materia Orgánica En La Producción De Pepinillo (*Cucumis sativus* L.). Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria De La Selva-Tingo María
- Ávila, E. 2015. *Manual Fresa*. Programa de Apoyo Agrícola y Agroindustrial, Cámara de Comercio de Bogotá.
- Avitia-García, E., Pineda-Pineda, J. Castillo-González, A. M., Trejo-Téllez, L. 1:, Corona-Torres, T. y Cervantes-Urbán, E. 2014. *Extracción Nutricional En Fresa (Fragaria x Ananassa Duch.)*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol. 5 Núm 3. P. 519—24.
- Ballington, JR; Poling, B; Olive, K. 2008. Day-neutral Strawberry Production for Season Extension in the Midsouth. Hort Siences 43(7): 1982–1986.
- Bianchi, A. 2009. *Estudio de la Vida Útil de Fresas (Fragaria vesca) Mediante Tratamiento con Radiación Ultravioleta de Onda Corta (UV-C)*. Revista Tecnológica ESPOL – RTE 23(2): 17–24.
- Casierra-Posada, F., Peña-Olmos, J. E. y Vargas-Martínez, A. y F. 2011. *Propiedades fisicoquímicas de fresas (Fragaria Sp) cultivadas bajo filtros fotoselectivos*. Revista de la Facultad Nacional Agraria Medellín 64 (2): 221—228. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n2/v64n2a19.pdf>.
- Caner, C., Seckin M. A. y Demir M. 2008. *Extending the Quality of Fresh Strawberries by Equilibrium Modified Atmosphere Packaging*. European Food Research and Technology 227 1575-1583. <https://doi.org/10.1007/s00217-008-0881-3>.

- Calderon, M. 2019. *El período de desarrollo de la fruta en la fresa difiere entre cultivares y está correlacionado negativamente con la temperatura promedio del aire después de la floración*. Actas de la Sociedad Hortícola del Estado de Florida. 117: 83–85.
- Campos, J. E., Valderrama, J. J., y Murcia, J. I. 2017. *Uso de gallinaza como fertilizante orgánico en el cultivo de fresa (Fragaria spp.) bajo invernadero*. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 11(2), 394-404.
- Chaoui et al., 2003. *Color, anthocyanin pigment, ascorbic acid and total phenolic compound determination in organic versus conventional strawberries (Fragaria × ananassa Duch, cv Selva)*. Journal of Food Composition and Analysis 28(1): 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2012.07.004>
- Davalos, B. 2011. *Relación entre el rendimiento de la fresa y los factores microclimáticos en la producción en camas elevadas al aire libre y cubiertas*. Transacciones de la ASABE. Sociedad Americana de Ingenieros Agrícolas y Biológicos. 60(5): 1511–1525.
- Domínguez, E, 2010. *Evolución del rendimiento y calidad del cultivo de fresa bajo la influencia de la fertilización mineral*. Research Journal of Agricultural Science 47(4): 205–210.
- Espinoza-Ortega, A., Cruz-López, M., Gómez-Merino, F. C., y Vázquez-Marrufo, G. 2016. *Uso de gallinaza como fertilizante orgánico en el cultivo de fresa (Fragaria x ananassa Duch.)*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 7(1), 63-75.
- FAO. 2018. *Manual de Producción de Fresa en Coalcomán Michoacán*.
- FAO. 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- FAO. 2021. Datos de cultivos. FAOSTAT. Consultado 24 de junio de 2022. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/>
- Finn, CE; Retamales, JB; Lobos, GA; Hancock, JF. 2013. *The chilean strawberry (Fragaria chiloensis): Over 1000 years of domestication*. HortScience 48(4): 418–421. <https://doi.org/10.21273/hortsci.48.4.418>

- García, G. Sánchez, H. 2015. Fenología, calidad y rendimiento de fruto de fresa variedad “el dorado” con fertilización química y orgánica. Tesis de Grado. Puebla, México. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 44 p.
- García-Sánchez, G-H. 2014. *San Andreas, una nueva variedad de fresa para Huelva*. ITEA- Información Técnica Económica Agraria, 110(3), 280-286.
- González, A. M., Matheus, N. F., y Pino, J. A. 2019. *Análisis químico y sensorial del fruto de fresa (Fragaria x ananassa) cultivado en tres suelos diferentes*. Revista Científica Agroecosistemas, 7(1), 18-27.
- Govindarajulu, R; Liston, A; Ashman, TL. 2013. *Cromosomas determinantes del sexo y dimorfismo sexual: Perspectivas obtenidas del mapeo genético de la expresión sexual en un híbrido natural Fragaria × ananassa subsp. cuneifolia*. Herencia. 110(5): 430–438. <https://doi.org/10.1038/hdy.2012.96>
- González-Fuentes, D-P., 2019. *Fragaria: A genus with deep historical roots and ripe for evolutionary and ecological insights*. American Journal of Botany 101(10): 1686–1699. <https://doi.org/10.3732/ajb.1400140>
- Gonzales, A. 2005. *Fertilización orgánica sobre tres genotipos de fresa (fragaria spp.) En las sábanas, Madriz*.
- Hancock, C. 2019. *Fertilización*. In *Manual de Manejo Agronómico de la frutilla*. Morales, C (Ed.). Santiago de Chile, Chile, INIA. p. 35-44.
- Hancock, J. F., Luby, J. J., y Dale, A. 2019. *The Strawberry: History, Breeding and Physiology*. Springer International Publishing.
- Haque, C. 2019. *Visual symptom and tissue nutrient contents in dry matter and petiole sap for diagnostic criteria of phosphorus nutrition for “Seolhyang” strawberry cultivation*. Horticulture Environment and Biotechnology 54(1): 52–57. <https://doi.org/10.1007/s13580-013-0130-y>
- Hernandez, J. 2015. *Flower and early fruit development in a diploid strawberry, Fragaria vesca*. Planta 235(6): 1123–1139. <https://doi.org/10.1007/s00425-011-1562-1>

- Hernández, L. 2018. Evaluación del efecto del humus de lombriz sobre el rendimiento y la calidad de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Festival en condiciones de campo. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Hori, W. 2016. *Fragaria*. In C. Kole (Ed.), *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources: Temperate Fruits* (pp. 1–247).
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-16057-8>
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL). 2019. *Normas Técnicas Peruanas* (NTP)
- Kader, L. 2011. *Genome-scale transcriptomic insights into early-stage fruit development in woodland strawberry fragaria vesca*. *Plant Cell* 25(6): 1960–1978.
<https://doi.org/10.1105/tpc.113.111732>
- Knapp, S. J., y Mráz, P. 2018. *Strawberry breeding: advances and prospects*. *Frontiers in plant science*, 9, 1248.
- Linnaeus, C. 1753. *Species Plantarum*. Stockholm: Laurentius Salvius.
- Madueño Doan E; Cirillo, V; Van Oosten, MJ; Di Stasio, E; Saiano, K; Woodrow, P; Ciarmiello, LF; Maggio, A; Carillo, P. 2021. *Extractos basados en Ascophyllum nodosum contrarrestan el estrés por salinidad en tomate mediante la remodelación del metabolismo de nitrógeno foliar*. *Plantas*.
10(6): 1–22. <https://doi.org/10.3390/plants10061044>
- Madueño, J. 2006. Incorporación de tres dosis de compost y tres dosis de Bioestimulantes y ácidos húmicos para incrementar el rendimiento y la calidad del fruto de fresa para las condiciones del Valle de Huaraz en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca* var. aroma), con sistema hidropónico vertical bajo condiciones de invernadero, Antaoco – Huaraz. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Martínez-Soto, G, Mercado-Flores, J., López-Orozco, M., y Prieto-Velásquez, B. Z. 2008. *Propiedades fisicoquímicas de seis variedades de fresa (fragaria ananassa) que se cultivan en Guanajuato*. *Revista salud pública*.
- Mauseth, J. 2016. *Phylogenetics of Fragaria, Rubus and related Taxa*. In: Hytönen T., Graham J., Harrison R. (eds) *The Genomes of Rosaceous Berries and Their Wild Relatives. Compendium of Plant Genomes*. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-76020-9_2

- Medina, J.J. and Luna, J. 2011. *Efecto de la aplicación de lombrihumus sobre la producción de fresas*. Actas Horticulturae, 902, 223-228.
- Mena, L; Violante, G; Camargo, P. 2019. *Impacto del abonamiento integral de fresa (Fragaria x ananassa Duch.) cv. Selva bajo sistema de riego por goteo y cobertura plástica*. Scientia Agropecuaria 8(4): 357–366.
- Ministerio de Agricultura y Riego de Perú.2021. *Fresas y arándanos lideran las exportaciones agrarias en el primer semestre del 2020*. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/minagri/noticias/319058-fresas-y-arandanos-lideran-las-exportaciones-agrarias-en-el-primer-semester-del-2020>
- Molina, F; Gavilán, P; Ruiz, N. 2015. *Optimización de la fertirrigación de la fresa en la provincia de Huelva. Eficiencia en el uso del abonado*. XXXIII Congreso Nacional de Riegos, 2015, Valencia, España. Universitat Politècnica de València. 1-9.
- Munnoli y Bhosle, 2011. *Bioclimatic evaluation of geographical range in Fragaria (Rosaceae): Consequences of variation in breeding system, ploidy and species age*. Botanical Journal of the Linnean Society 176(1): 99–114. <https://doi.org/10.1111/boj.12190>
- Ortiz, T. J. A., Delgadillo M. J., Rodríguez, M. M., y Calderón, Z. G. 2016. *Inoculación bacteriana en el crecimiento y calidad del fruto de cinco variedades de fresa en suelos con pH contrastante*. Terra Latinoamericana 34 (2): 177—85.
- Peña, J., y Perea, J. 2014. *Cultivo de la fresa en el Perú*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- Poma, W., Fernández, C., y Alvarado, L. 2019. *Evaluación de variedades de fresa en diferentes condiciones agroclimáticas del Perú*. Revista de Investigaciones Agropecuarias, 6(1), 69-78.
- Poma, W., y Alvarado, L. 2020. *Evaluación de variedades de fresa en diferentes condiciones agroclimáticas del Perú*. Revista Peruana de Biología, 27(2), 143-150.
- Quishpe, P. 2013. *Evaluación de fertilización mineral y orgánico/mineral con fertirriego en cultivo de frutilla Fragaria x ananassa (Weston) Duchesne, variedad Albión*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Quito – Ecuador. 89p.

- Raven, N; Guldhe, A; Prasanna, R; Singh, P; Bux, F. 2019. *Microalgas como opciones multifuncionales en la agricultura moderna: tendencias actuales, perspectivas y desafíos*. *Avances en Biotecnología*. 36(4): 1255–1273.
- Roman, J, 2013. *Fertilización organica - mineral y orgánica en el cultivo de fresa (Fragaria x ananasa Duch.) bajo condiciones de invernadero*. *Ra Ximhai* 8(3): 41–49.
- Salamone,I; Govindarajulu, R; Falk, S; Parks, M; Liston, A; Ashman, TL. 2013. *Bioclimatic, ecological, and phenotypic intermediacy and high genetic admixture in a natural hybrid of octoploid strawberries*. *American Journal of Botany* 100(5): 939–950. <https://doi.org/10.3732/ajb.1200624>
- Sánchez-Sevilla, J. F., Cruz-Rus, E., y Amaya, I. 2014. *Identification and characterization of novel polymorphic EST–SSR markers in the cultivated strawberry (Fragaria × ananassa)*. *Scientia Horticulturae*, 167, 27-32.
- Suárez, J., Arévalo, A., y Gómez, L. 2017. *Caracterización morfológica y productiva de variedades de fresa en dos localidades de la sierra central del Perú*. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 19(2), 279-289.
- Tavarini, E. 2018. *Evaluación de tres extractos vegetales para el control de ácaros (Tetranychus urticae Koch) en hojas de fresa (Fragaria x annassa)*. Tesis de Grado. Cevallos, Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. 56 p.
- Vega, C. 2019. *Evaluación de aplicación foliar de calcio en el cultivo de fresa (Fragaria sp.)*. Tesis de Grado. Cevallos, Ecuador. Universidad Técnica de Ámbato. 66 p.
- Yadav, SK; Khokhar, UU; Sharma, SD; Kumar, P. 2016. *Response of strawberry to organic versus inorganic fertilizers*. *Journal of Plant Nutrition* 39(2): 194–203. <https://doi.org/10.1080/01904167.2015.1109115>
- Tejada, M., Castro, C., Benítez, J., y Parrado, M. 2008. *Efecto de la fertilización nitrogenada y potásica en el crecimiento, producción y calidad de la fresa bajo condiciones protegidas*. *Actas de Horticultura*, (48), 16-19.
- Zaharah, S.S., Singh, R., and Yaakop, S. (2019). *Chicken Manure as a Soil Amendment for Sustainable Agriculture*. In: *Sustainable Agriculture Reviews* 35. Springer, Cham.

ANEXOS



Figura 6. Parcela experimental con las bolsas para sembrar



Figura 7. Esquejes de las plantas climatizandose



Figura 8. Trasplante de los esquejes a las bolsas



Figura 9. Parcela completa con todos los tratamientos



Figura 10. Evaluacion de frutos



Figura 11. Evalaucion de frutos por tratamiento



Figura 12. Evaluacion de produccion



Figura 13. Medicion de altura de los tratamientos



Figura 14. Vista de los tratamientos



Figura 15. Visita del jurado y asesor



Figura 16. Visita del presidente del jurado a la parcela



Figura 17. Medicion de grados brix

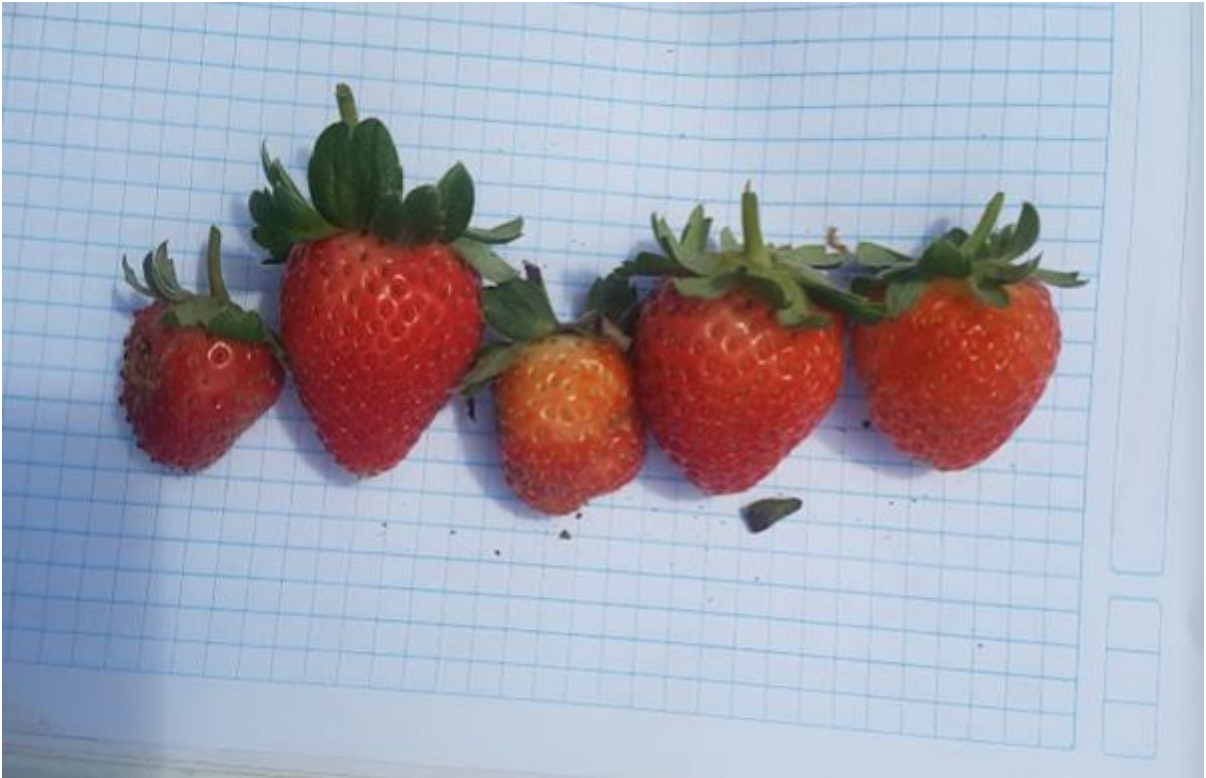


Figura 18. Recoleccion de frutos



Figura 19. Medida de los frutos



Figura 20. Evaluacion de la materia seca



Figura 21. Pesado de la muestra seca

Se muestra los 7 tratamientos con 4 repeticiones, los tratamientos son colocados al azar, cada tratamiento está compuesto por 8 plantas dispuestas en bolsas.

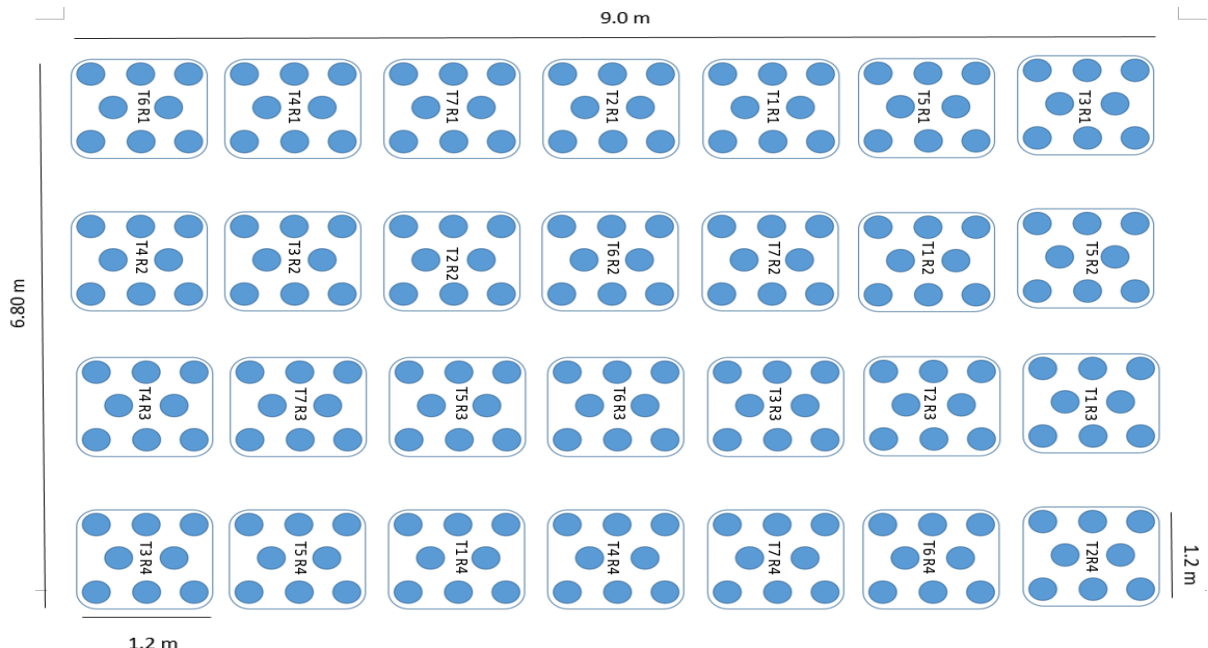


Figura 22. Croquis del área experimental.

En el croquis de un tratamiento, se observa 8 plantas de las cuales se evaluará las 6 plantas de cada tratamiento evitando fallos por el efecto borde.

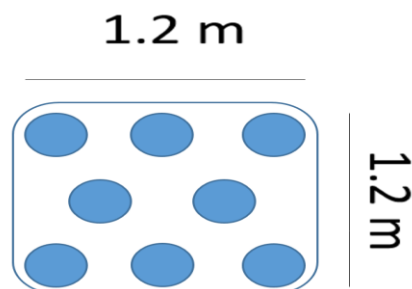


Figura 23. Croquis de un tratamiento en estudio.

Tabla 17. Datos de análisis de suelo y abonos orgánicos.

% M.O (Suelo)	1,46	% Humificación =	40
Textura: Franco	1,4	% Mat. seca (Humus) =	72,80
Profundidad (m)	0,2	% Mat. Seca (Gallinaza) =	55,20
PCA (Peso de la capa arable) = $1,4 \text{ g/cm}^3 \times 0,2 \text{ m} \times 10\,000 \text{ m}^2 = 2\,800 \text{ t/ha}$			

PCA
 (Peso de
 la capa Textura x profundidad x hectárea
 arable) = =

$$1,4 \text{ g/cm}^3 \times 0,2 \text{ m} \times 10\,000 \text{ m}^2 = 2\,800 \text{ t/ha}$$

A.1. Cálculo para cantidad de abono para 2% de la fuente Gallinaza

$$\begin{aligned} \text{\%M.O. a agregar} &= \frac{\text{\% M.O objetivo} - \text{\% M.O suelo}}{\text{\% M.O}} \\ &= \frac{2 - 1,46}{0,54} = 0,54 \quad \text{\% M.O} \\ \text{M.O. a agregar (t/ha)} &= \text{PCA} * \text{\% M.O. a agregar} \\ &= 2800 \text{ t/ha} \times (0,54/100) = 15,12 \text{ t/ha} \\ \text{M.O. a agregar (t/ha)} &= \frac{15,12}{40} \\ &= 0,378 \text{ t/ha} \\ \text{(En función al \%humificación)} &= \frac{0,378}{100} \\ &= 0,00378 \text{ t/ha} \\ \text{M.O. a agregar (t/ha)} &= \frac{0,00378}{37,80} \\ &= 0,00001 \text{ t/ha} \\ \text{(En función al \% Mat. Seca)} &= \frac{0,00001}{100} \\ &= 0,000001 \text{ t/ha de mat. Seca} \\ \text{M.O. a agregar (t/ha)} &= \frac{0,000001}{10000} \\ &= 0,0000001 \text{ t/ha} \\ \text{(En función el área de la parcela)} &= \frac{0,0000001}{1,44} \\ &= 0,00000007 \text{ t/m}^2 \\ &= 0,00986 \text{ t/m}^2 \times 1000 \\ &= 9,86 \text{ kg} \end{aligned}$$

A.2. Cálculo para cantidad de abono para 2,5 % de la fuente Gallinaza

$$\begin{aligned} \text{\% M.O. a agregar} &= \frac{\text{\% M.O objetivo} - \text{\% M.O suelo}}{\text{\% M.O}} \\ &= \frac{2,5 - 1,46}{1,04} = 0,97 \quad \text{\% M.O} \\ \text{M.O. a agregar (t/ha)} &= \text{PCA} * \text{\% M.O. a agregar} \\ &= 2800 \text{ t/ha} \times 0,97 = 2716 \text{ t/ha} \end{aligned}$$

(En función al PCA)	$2\ 800\ \text{t/ha} \times (1,04/100)$	=	29,12	t/ha
M.O. a agregar (t/ha) =	29,12	$\frac{\text{-----}}{\text{----}}$	40	
(En función al %humificación)	x	$\frac{\text{-----}}{\text{----}}$	100	
	x =		72,80	t/ha
M.O. a agregar (t/ha) =	72,80	$\frac{\text{-----}}{\text{----}}$	55,2	
(En función al % Mat. Seca)	x	$\frac{\text{-----}}{\text{----}}$	100	
	x =		131,88	t/ha de mat. Seca
M.O. a agregar (t/ha) =	131,88	$\frac{\text{-----}}{\text{----}}$	10000	
(En función el área de la parcela)	x	$\frac{\text{-----}}{\text{----}}$	1,44	
	x =		0,01899	t/5,76 m ²
	x =		0,01899	x 1000
	=		18,99	

A.3. Cálculo para cantidad de abono para 3 % de la fuente Gallinaza

% M.O. a agregar =	$\frac{\% \text{ M.O objetivo} - \% \text{ M.O suelo}}{\text{-----}}$		
	$3 - 1,46 =$		1,54 % M.O
M.O. a agregar (t/ha) =	PCA * % M.O. a agregar =		
(En función al PCA)	$3\ 000\ \text{t/ha} \times (1,54/100)$	=	43,12 t/ha
M.O. a agregar (t/ha) =	43,12	$\frac{\text{-----}}{\text{----}}$	40
(En función al %humificación)	x	$\frac{\text{-----}}{\text{----}}$	100
	x =		107,80 t/ha
M.O. a agregar (t/ha) =	107,80	$\frac{\text{-----}}{\text{----}}$	55,2
(En función al % Mat. Seca)	x	$\frac{\text{-----}}{\text{----}}$	100

$$\begin{array}{rcll}
 & x = & 195,29 & \text{t/ha de mat. Seca} \\
 \text{M.O. a agregar (t/ha) =} & & \frac{195,29}{10\,000} & \\
 \text{(En función el área de la parcela)} & x & \frac{195,29}{10\,000} & 1,44 \\
 & x = & 0,02812 & \text{t/5,76 m}^2 \\
 & x = & 0,02812 & x \quad 1000 \\
 & = & 28,12 & \text{kg/m}^2 \text{ de Gallinaza}
 \end{array}$$

B.1. Cálculo para cantidad de abono para 2 % de la fuente lombrihumus

$$\begin{array}{rcll}
 \text{\% M.O. a agregar} = & \frac{\% \text{ M.O objetivo} - \% \text{ M.O suelo}}{\% \text{ M.O}} & & \\
 & 2 - 1,46 = & 0,54 & \% \text{ M.O} \\
 \text{M.O. a agregar (t/ha) =} & \text{PCA} * \% \text{ M.O. a agregar} & & \\
 \text{(En función al PCA)} & 2800 \text{ t/ha} \times (0,54/100) & 15,12 & \text{t/ha} \\
 \text{M.O. a agregar (t/ha) =} & \frac{15,12}{40} & & \\
 \text{(En función al \%humificación)} & x & \frac{15,12}{40} & 100 \\
 & x = & 37,80 & \text{t/ha} \\
 \text{M.O. a agregar (t/ha) =} & \frac{37,80}{72,80} & & \\
 \text{(En función al \%Mat. Seca)} & x & \frac{37,80}{72,80} & 100 \\
 & x = & 51,92 & \text{t/ha de mat. Seca} \\
 \text{M.O. a agregar (t/ha) =} & \frac{51,92}{10000} & & \\
 \text{(En función el área de la parcela)} & x & \frac{51,92}{10000} & 1,44 \\
 & x = & 0,00748 & \text{t/5,76 m}^2 \\
 & x = & 0,00748 & x \quad 1000
 \end{array}$$

B.2. Cálculo para cantidad de abono para 2,5 % de la fuente lombrihumus

$$\begin{aligned}
 \% \text{ M.O. a agregar} &= \frac{\% \text{ M.O objetivo} - \% \text{ M.O suelo}}{\% \text{ M.O}} \\
 &= \frac{2,5 - 1,46}{1,04} = 1,04 \quad \% \text{ M.O} \\
 \text{M.O. a agregar (t/ha)} &= \text{PCA} * \% \text{ M.O. a agregar} \\
 \text{(En función al PCA)} &= \frac{2\,800 \text{ t/ha} \times (1,04/100)}{1} = 29,12 \quad \text{t/ha} \\
 \text{M.O. a agregar (t/ha)} &= \frac{29,12}{40} \times 100 \\
 \text{(En función al \%humificación)} &= \frac{29,12}{72,80} \times 100 = 39,87 \quad \text{t/ha} \\
 \text{M.O. a agregar (t/ha)} &= \frac{39,87}{72,80} \times 100 = 54,76 \quad \text{t/ha} \\
 \text{(En función al \%Mat. Seca)} &= \frac{54,76}{100,00} \times 100 = 54,76 \quad \text{t/ha de mat. Seca} \\
 \text{M.O. a agregar (t/ha)} &= \frac{54,76}{10\,000} \times 100\,000 = 547,6 \quad \text{t/ha} \\
 \text{(En función el área de la parcela)} &= \frac{547,6}{1\,44} = 380,28 \quad \text{t/5,76 m}^2 \\
 &= 380,28 \times 1000 = 380\,280 \quad \text{kg} \\
 &= 380,28 \quad \text{kg/m}^2
 \end{aligned}$$

B.3. Cálculo para cantidad de abono para 3 % de la fuente Humus

$$\begin{aligned}
 \% \text{ M.O. a agregar} &= \frac{\% \text{ M.O objetivo} - \% \text{ M.O suelo}}{\% \text{ M.O}} \\
 &= \frac{3 - 1,46}{1,54} = 1,00 \quad \% \text{ M.O} \\
 \text{M.O. a agregar (t/ha)} &= \text{PCA} * \% \text{ M.O. a agregar} \\
 \text{(En función al PCA)} &= \frac{3\,000 \text{ t/ha} \times (1,54/100)}{1} = 46,2 \quad \text{t/ha}
 \end{aligned}$$



Figura 24. Análisis final de los tratamientos aplicados estiércol.