

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROPECUARIA**



**TESIS**

**FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN PRODUCCIÓN  
DE FRESA (Fragaria ananassa Duch. Variedad San Andreas)  
MEDIANTE RIEGO POR GOTEIO EN FITOTOLDO – K'AYRA –  
CUSCO**

**PRESENTADO POR:**

Br. ARMANDO PUMA HUAMAN

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**ASESOR:**

Mg. JUAN WILBERT MENDOZA ABARCA

**CUSCO – PERÚ**

**2024**



# Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

## INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor Mgt. JUAN WILBERT MENDOZA ABARCA quien aplica el software de detección de similitud al trabajo de investigación/tesis titulada: FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN PRODUCCIÓN DE FRESA (Fragaria ananassa Duch. Variedad San Andreas) MEDIANTE RIEGO POR GOTEO EN FITOTOLDO-KAYRA-CUSCO

Presentado por: ARMANDO PUMA HUAMAN DNI N° 74488734; presentado por: ..... DNI N°: ..... Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO AGROPECUARIO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 3%.

### Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<u>X</u>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 10 de Setiembre de 2025

  
Firma

Post firma JUAN WILBERT MENDOZA ABARCA

Nro. de DNI 23848072

ORCID del Asesor 0000-0001-7570-1029

#### Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:495515068

# TESIS PARA EMPASTADO.docx

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

## Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:495515068

109 páginas

Fecha de entrega

10 sep 2025, 3:03 a.m. GMT-5

19.399 palabras

Fecha de descarga

10 sep 2025, 3:23 a.m. GMT-5

104.666 caracteres

Nombre del archivo

TESIS PARA EMPASTADO.docx

Tamaño del archivo

25.8 MB

## 3% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




### Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

### Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

### Fuentes principales

- 3%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 1%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## DEDICATORIA

Doy gracias al Altísimo por haberme dado la vida y por velar por mí cada día.

A mi madre ELIANA HUAMÁN LIMA y a mi padre querido ROMÁN ROLANDO PUMA TTITO, por sus valores, principios, por su constante apoyo moral y enseñanza para formarme como persona y profesional.

A mi esposa MARIBEL CURASI CHUCTAYA por su apoyo incondicional en cada momento y a mis queridos hijos THIAGO DYLAN Y MAX JOSE.

A mis hermanos EDGAR BELTRAN, DARIO, CARMELA, YOBANA ELIANA y ZELMA ROSA por el entendimiento que me brindaron durante mi formación profesional con mucho afecto.

A mis tías BENITA, SABINA Y LEONARDA por su constante apoyo moral durante mi formación profesional.

A mis abuelos, IGNACIA TTITO HUARACCONI y NORBERTHA LIMA QUISPE, que me inculcaron todos los principios morales que mantengo hasta hoy.

A mi suegro VICTOR CURASI HANCCO y mi suegra SATURNINA CHUCTAYA TAYPE por sus consejos de sumisión y llaneza.

## **AGRADECIMIENTO**

Siempre estaré agradecido a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por haberme brindado una formación profesional y académica de primer nivel.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria – Filial Santo Tomás y a la Facultad de Agronomía y Zootecnia, por impartirme información tanto en el aula como en el campo. Sus enseñanzas me ayudarán a profundizar en el conocimiento de las actividades agropecuarias.

Agradezco al M. Sc. Juan Wilbert Mendoza Abarca, por su continua orientación y ayuda durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Al Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA), por permitirme el acceso a la infraestructura, materiales de gabinete y equipo de campo que necesité para realizar y terminar mi estudio.

Expreso mi gratitud a todos mis compañeros de la Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria, por su decidido apoyo moral a lo largo de mi carrera académica, tanto en mi etapa de estudiante como en su momento álgido.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
ÍNDICE GENERAL .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN .....	ix
INTRODUCCIÓN .....	x
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Identificación del problema .....	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas específicos .....	2
2.1 Objetivo general .....	3
2.2 Objetivos específicos .....	3
2.3 Justificación .....	3
III. HIPÓTESIS .....	4
3.1 Hipótesis general .....	4
3.2 Hipótesis específicas .....	4
IV. MARCO TEÓRICO .....	5
4.1 Antecedentes internacionales, nacionales y locales .....	5
4.2 Marco teórico conceptual.....	9
4.2.1 Origen de la fresa .....	9
4.2.2 Taxonomía .....	10
4.2.3 Etimología.....	10
4.2.4 Descripción botánica de la fresa .....	11
4.2.4.1 Raíz .....	12
4.2.4.2 Tallo o corona .....	12
4.2.4.3 Estolones o tallos rastreros.....	13
4.2.4.4 Hoja.....	13
4.2.4.5 Flores.....	13
4.2.4.6 Inflorescencia .....	14



4.2.4.7 Fruto .....	15
4.2.4.8 Semillas.....	15
4.2.6 Formas de reproducción.....	16
4.2.6.1 Propagación por semilla .....	16
4.2.6.2 Propagación por división de coronas .....	16
4.2.6.3 Propagaciones por estolones .....	17
4.2.7 Variedades.....	18
4.2.10.1 Clima y temperatura.....	30
4.2.10.4 Agua.....	32
4.2.11 Acolchado .....	32
4.2.12 Plagas y enfermedades .....	33
4.2.12.1 Plagas .....	33
4.2.12.2 Enfermedades.....	34
4.2.13 Abonos orgánicos y fertilizantes químicos en el cultivo de fresa.....	35
4.2.13.1 Abonos orgánicos.....	35
4.2.13.2 Beneficios de los abonos orgánicos en la agricultura .....	36
4.2.13.3 Ventajas del uso de abonos orgánicos .....	37
4.2.14 Abonos inorgánicos .....	38
4.2.15 Propiedades del cultivo .....	39
4.2.15.1 Cualidades curativas.....	39
4.2.15.2 Cualidades alimenticias .....	39
4.2.16 Composición química .....	40
4.2.17 Calendario de siembra y cosecha .....	41
4.2.18 Zonas productoras .....	42
4.2.19 Características de la variedad San Andreas .....	42
V.                DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	44
5.1 Tipo de investigación .....	44
5.2 Ubicación espacial.....	44



5.3 Ubicación política .....	44
5.4 Ubicación geográfica .....	44
5.6 Ubicación Temporal .....	45
5.7 Ubicación ecológica .....	45
5.8 Materiales y métodos.....	45
5.8.1 Materiales.....	45
5.8.2 Métodos.....	47
5.8.2.1 Diseño experimental .....	47
a. Factores de estudio.....	47
b. Tratamientos .....	48
c. Variables e indicadores.....	48
5.8.2.2 Características del campo experimental.....	49
5.8.2.3 Conducción del campo experimental .....	52
A. Rendimiento.....	57
B. Comportamiento agronómico.....	59
VI. RESULTADOS .....	61
VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	75
VIII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	76
8.1 conclusiones.....	76
A. Rendimiento.....	76
B. Comportamiento agronómico .....	76
8.2 Sugerencias .....	77
ANEXOS.....	83
ANEXO 03: TABLA DE ANVAS .....	87
ANEXO 04: GALERÍA DE FOTOGRAFÍAS.....	90

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Variedades de Fresa Según su Requerimiento de Luz. ....</i>	18
<i>Tabla 2 Principales plagas en el cultivo de fresa.....</i>	33
<i>Tabla 3 Enfermedades .....</i>	35
<i>Tabla 4 Composición Química de los Cultivares de Fresa (Contenido en 100 g de fruta) ....</i>	40
<i>Tabla 5 Combinación de tratamientos.....</i>	48
<i>Tabla 6 Peso promedio del fruto por gr/planta en cultivo de fresa.....</i>	61
<i>Tabla 7 Ordenamiento de peso promedio de frutos por gr/planta en cultivo de fresas. ....</i>	62
<i>Tabla 8 Número promedio de frutos por planta en cultivo de fresa.....</i>	63
<i>Tabla 9 Prueba Tukey para número promedio de frutos por planta en cultivo de fresa. ....</i>	64
<i>Tabla 10 Número final de hijuelos por planta en cultivo de fresa .....</i>	66
<i>Tabla 11 Ordenamiento para número de hijuelos por planta en cultivo de fresa.....</i>	67
<i>Tabla 12 Diámetro promedio del fruto(cm) en cultivo de fresa .....</i>	68
<i>Tabla 13 Prueba Tukey para Diámetro promedio del fruto (cm) en cultivo de fresa. ....</i>	69
<i>Tabla 14 Altura final de la planta (cm) en cultivo de fresa. ....</i>	70
<i>Tabla 15 Ordenamiento para altura final de la planta (cm) en cultivo. ....</i>	71
<i>Tabla 16 Longitud promedio del fruto (cm) en cultivo de fresa. ....</i>	72
<i>Tabla 17 Prueba Tukey para longitud promedio del fruto (cm) en el cultivo de fresa. ....</i>	73
<i>Tabla 18 ANVA para peso promedio de frutos por gr/planta en el cultivo de fresa. ....</i>	87
<i>Tabla 19 ANVA Número promedio de frutos por planta en cultivo de fresa.....</i>	87
<i>Tabla 20 ANVA para número final de hijuelos por planta en cultivo de fresa. ....</i>	87
<i>Tabla 21 ANVA para diámetro promedio del fruto (cm) en cultivo de fresa. ....</i>	87
<i>Tabla 22 ANVA para altura final de la planta (cm) en cultivo de fresa.....</i>	88
<i>Tabla 23 ANVA para longitud promedio del fruto (cm) en cultivo de fresa.....</i>	88
<i>Tabla 24 ANVA para peso promedio de frutos por gr/planta en el cultivo de fresa. ....</i>	88
<i>Tabla 25 ANVA Número promedio de frutos por planta en cultivo de fresa.....</i>	88
<i>Tabla 26 ANVA para número final de hijuelos por planta en cultivo de fresa .....</i>	89
<i>Tabla 27 ANVA para diámetro promedio del fruto (cm) en cultivo de fresa .....</i>	89
<i>Tabla 28 ANVA para altura final de la planta (cm) en cultivo de fresa.....</i>	89
<i>Tabla 29 ANVA para longitud promedio del fruto (cm) en cultivo de fresa.....</i>	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Distribución de parcelas experimentales .....</i>	50
<i>Figura 2 Ubicación satelital del campo de investigación .....</i>	51
<i>Figura 3 Enraizado de plántulas de fresas variedad San Andreas.....</i>	52
<i>Figura 4 Formación de camellones .....</i>	53
<i>Figura 5 Incorporación de abonos orgánicos. ....</i>	54
<i>Figura 6 Instalación de riego con cintas de goteo. ....</i>	54
<i>Figura 7 Trasplante de plántulas de fresa al campo definitivo. ....</i>	55
<i>Figura 8 Riego por goteo en el cultivo de fresa. ....</i>	55
<i>Figura 9 Eliminando malezas del cultivo de fresa. ....</i>	56
<i>Figura 10 Poda de limpieza en la fresa. ....</i>	56
<i>Figura 11 Tomando peso del fruto en una balanza. ....</i>	57
<i>Figura 12 Tomando promedio del fruto por planta. ....</i>	58
<i>Figura 13 Contabilizando número de hijuelos por planta. ....</i>	58
<i>Figura 14 Midiendo el diámetro promedio del fruto. ....</i>	59
<i>Figura 15 Medición final de la altura de la planta. ....</i>	60
<i>Figura 16 Medición de longitud del fruto.....</i>	60
<i>Figura 17 Peso promedio de frutos por gr/planta en cultivo de fresa .....</i>	63
<i>Figura 18 Números promedio de frutos por planta en cultivo de fresa .....</i>	65
<i>Figura 19 Diámetro promedio del fruto (cm) en cultivo de fresa. ....</i>	70
<i>Figura 20 Altura final de la planta (cm) en cultivo de fresa. ....</i>	72
<i>Figura 21 Longitud promedio del fruto (cm) en cultivo de fresa. ....</i>	74
<i>Figura 22 Preparación de terreno en el campo experimental. ....</i>	90
<i>Figura 23 Desinfección de suelo con cal agrícola. ....</i>	90
<i>Figura 24 Formación de camellones en el campo experimental.....</i>	91
<i>Figura 25 Incorporación de abonos orgánicos en los tratamientos. ....</i>	91
<i>Figura 26 Incorporación de abonos inorgánicos en los tratamientos. ....</i>	92
<i>Figura 27 Instalación de cintas para riego por goteo.....</i>	92
<i>Figura 28 Acolchado de camellones con plástico mulch. ....</i>	93
<i>Figura 29 Trasplante de plántulas de fresa al campo definitivo.....</i>	93
<i>Figura 30 Deshierbe de malezas en el cultivo de fresa. ....</i>	94
<i>Figura 31 Desfloración de flores en el cultivo fresa. ....</i>	94
<i>Figura 32 Contabilizando los estolones en cada planta de la fresa. ....</i>	95
<i>Figura 33 Aparición del primer fruto después de 4 meses .....</i>	95

<i>Figura 34 Primera cosecha en la producción de fresa .....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 35 Tercera cosecha en producción de fresa. ....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 36 Cuarta cosecha en producción de fresa. ....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 37 Cosecha de la fresa. ....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 38 El fruto más grande de todas las cosechas llegando 3.8 cm de longitud .....</i>	<i>98</i>

## RESUMEN

El estudio, realizado entre 2020 y 2021 en K'ayra, Cusco, evaluó los efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en la producción de fresa (*Fragaria ananassa* Duch., variedad San Andreas) bajo riego por goteo en condiciones de fitotoldo. La investigación analizó el rendimiento y comportamiento agronómico del cultivo mediante variables como peso, diámetro y longitud del fruto, número de frutos por planta, altura de la planta y número de hijuelos.

Se utilizó Diseño de Bloques Completamente Aleatorizados (DBCA) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, incluyendo dos niveles de fertilización inorgánica (100N-50P-100K y 150N-50P-100K), dos dosis de humus de lombriz (3 y 6 t/ha) y un control sin fertilización.

Los resultados indicaron que el humus de lombriz a 3 t/ha obtuvo el mayor peso promedio del fruto fresco, el mayor diámetro del fruto y el mayor número de hijuelos por planta. La fertilización inorgánica con 150N-50P-100K presentó el mayor número de frutos por planta, mientras que la dosis de 6 t/ha de humus mostró el menor valor en esta variable. Además, la mayor altura de planta se logró con la fertilización inorgánica 100N-50P-100K y la mayor longitud del fruto con humus de lombriz a 6 t/ha. En conclusión, ambos tipos de fertilización influyen de manera diferenciada en los parámetros productivos y agronómicos de la fresa.

**Palabra clave:** Fertilización, orgánica, inorgánica, producción.

## INTRODUCCIÓN

La fresa (*Fragaria ananassa* Duch.) Variedad *San Andreas*, es un cultivo muy apreciado por ser de consumo directo y en estado fresco; además se consume preparada en postres. Presenta cualidades apreciadas por su color, aroma y acidez; por otra parte, la fruta es rica en vitaminas A y C.

Principalmente Lima y La Libertad en nuestra nación se han convertido en zonas extremadamente productivas en los frentes social y económico. Debido a que genera un gran número de empleos durante la temporada de cosecha y requiere de grandes inversiones para compensar los costos de producción, el cultivo de la fresa es una industria alimentaria importante en las regiones productoras de Cusco, La Libertad, Arequipa y Lima.

El producir en cultivo acolchado de alto relieve y bajo condiciones de fitotoldo, es una técnica y práctica para obtener en corto tiempo y en diferentes épocas del año, con altos rendimientos y producto de buena calidad.

Se necesita una tecnología mejorada para conseguir un cultivo altamente productivo desde la propagación de la planta madre hasta la cosecha. Comprender cómo afecta el sustrato a la disponibilidad de nutrientes a través de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, o a través de fertilizantes suministrados a través de las raíces de la planta, es crucial para influir en el rendimiento de la planta y en su comportamiento agronómico.

***El autor.***

## **I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Identificación del problema**

La fresa (*Fragaria ananassa* Duch.) es un fruto que se cultiva desde hace varios siglos en regiones de Europa, Asia y Estados Unidos. Actualmente se posiciona como una de las frutas más consumidas en los países desarrollados, gracias a su alto valor nutricional y dietético, además de las características atractivas que le otorgan su color, aroma y sabor.

El cultivo de fresa en la región del cusco en zonas de Urubamba, Ccorca, Huaró, Quiquijana, Ccatcca, Paruro, es una de las actividades que se vienen ejecutando desde hace aproximadamente 10 años, mediante proyectos de inversión pública ejecutados por los gobiernos locales (municipalidades), los cuales han generado gran expectativa de los productores y consumidores que cada vez exigen una mayor producción de estos productos.

La incorporación de nuevas variedades de fresa, entre las que destacan Sabrina, San Andreas y Monterrey, plantea la necesidad de realizar investigaciones orientadas a identificar y evaluar sus particularidades botánicas y agronómicas, considerando tanto el uso de fertilización orgánica como la inorgánica.

También resulta relevante señalar que, en nuestra región, el cultivo de fresas ha experimentado cambios significativos respecto a las técnicas utilizadas en su producción, es decir bajo condiciones de fitotoldo, utilizando sistema de cultivo acolchado, con riego por goteo, el uso de humus de lombriz con buenos resultados en cuanto a su rendimiento como fruta.

En la zona de influencia del Centro Agronómico K'ayra, no se tiene conocimiento real de la tecnología de cultivo de fresa en condiciones de fitotoldo, mediante la técnica de cultivo acolchado y con riego por goteo, a partir de abonamientos con niveles de fertilización inorgánica y dosis de humus de lombriz, cultivadas en un suelo agrícola. Cuyo efecto ha de traducirse en el peso del fruto, número de frutos, número de hijuelos, diámetro del fruto, altura



de planta y longitud del fruto.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuál es el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en la producción de fresa (*Fragaria ananassa* Duch), variedad San Andreas mediante el riego por goteo en fitotoldo — K'ayra — Cusco?

### **1.2.2 Problemas específicos**

¿Cuál es el rendimiento: Peso del fruto, número de frutos por planta y número de hijuelos por planta, por efecto de fertilizante orgánica e inorgánica en la producción de fresa?

¿Cuál es el comportamiento agronómico: Diámetro de fruto, altura de planta y longitud del fruto por efecto de los niveles de fertilización orgánica e inorgánica en la producción de fresa?

## II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

### 2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de los niveles de fertilización orgánica e inorgánica en la producción de fresa (*Fragaria ananassa Duch.*) variedad San Andreas, mediante riego por goteo en fitotoldo - K'ayra - Cusco.

### 2.2 Objetivos específicos

- Determinar el rendimiento: Peso del fruto, número de frutos por planta y número de hijuelos, por efecto de fertilización orgánica e inorgánica en la producción de fresa.
- Evaluar el comportamiento agronómico: Diámetro de fruto, altura de planta y longitud del fruto, por efecto de fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de fresa.

### 2.3 Justificación

El manejo de cultivo de fresa con fertilización orgánica e inorgánica, es muy importante describir, porque es una de las formas de constatar el efecto de elementos nutritivos en el desarrollo del cultivo para determinar el rendimiento y comportamiento agronómico, que permitan sostener una adecuada tecnología acorde a la zona de influencia del Centro Agronómico K'ayra, y por ende que satisfaga el mejor nivel de vida en los agricultores de esta especie frutícola.

Cuando el objetivo es lograr una alta producción y a la vez productividad de las fresas con el cultivo acolchado bajo cubierta de un fitotoldo, es muy importante conocer el efecto de nutrientes esenciales en diferentes concentraciones o niveles de aplicación que permita discernir el riesgo de ganancia o pérdida antes de una explotación productiva del cultivo de fresa.

### **III. HIPÓTESIS**

#### **3.1 Hipótesis general**

Los niveles de fertilización orgánica e inorgánica en la producción de fresa variedad San Andreas, influyen de manera significativa mediante riego por goteo, en comportamiento agronómico y rendimiento bajo condiciones de fitotoldo - K'ayra - Cusco.

#### **3.2 Hipótesis específicas**

- Con la aplicación de los fertilizantes orgánicos e inorgánicos tendrá, efecto en el comportamiento agronómico del cultivo de fresa (peso del fruto, número de frutos por planta y número de hijuelos.)
- Los niveles de fertilización influirán en el rendimiento del cultivo de fresa variedad San andreas (diámetro de fruto, altura de planta y longitud del fruto) bajo condiciones de fitotoldo - K'ayra – Cusco.

## IV. MARCO TEÓRICO

### 4.1 Antecedentes internacionales, nacionales y locales

Caviedes, M. et al. (2015); en su resultado de investigación en niveles de fertilización en las fresas (*Fragaria x ananassa*) en Puembo - Pichincha. Quito Ecuador, en tres meses evaluaron los efectos de diferentes dosis de fertilizante orgánico con humus de lombriz sobre la producción de fresa en la finca experimental de la Universidad San Francisco de Quito. Se midieron el diámetro, la longitud y el peso total de los frutos. En una superficie de 100 m<sup>2</sup> se plantearon cuatro tratamientos, que representaban lo siguiente T2 (41 gr/planta), T3 (52 gr/planta) y T4 (61 gr/planta) en lugar del control (T1). El peso, así como el diámetro y la longitud de los frutos no difirieron sustancialmente desde el punto de vista estadístico entre los tratamientos durante el estudio; sin embargo, la longitud de los frutos cambió significativamente. El tratamiento 3 produjo 5.771 gr de fruta, un 36,46% más que el grupo de control. El tratamiento 3 tuvo una influencia considerable, lo que podría explicar que tuvieron uno de los niveles más altos de fertilización con humus de lombriz. El tratamiento 1 tuvo la mejor duración, superando al tratamiento 3, mientras que el tratamiento 3 tuvo la mayor producción, con un 42,4%. El tratamiento T1 presentaba una ventaja del 15,27% en diámetro de fruto con respecto al tratamiento 3.

En un estudio realizado por Chiqui & Lema, (2010) en la Universidad Politécnica Salesiana se evaluó el rendimiento de la fresa (*Fragaria* sp.) en invernadero utilizando tanto fertilización química como orgánica. Comparar la productividad de la fresa bajo estas dos técnicas de fertilización fue el objetivo principal de la investigación. Para ello, se realizó un levantamiento topográfico, un análisis del suelo, la construcción del invernadero, la preparación del suelo, la instalación de riego y la evaluación de parámetros, como la altura de la planta, la cantidad y el diámetro de las hojas, los días transcurridos hasta la floración, el número de frutos por planta y el peso de los frutos por tratamiento. El crecimiento de la planta,

la cantidad y anchura de las hojas y el periodo de floración no difirieron significativamente entre los tratamientos, según los datos; sin embargo, el tratamiento ecológico produjo algo más de fruta en general, aunque con un coste de producción ligeramente superior. Según la investigación, la fertilización orgánica podría presentar ventajas en términos de productividad y sostenibilidad a largo plazo. En conclusión, aunque no hubo cambios estadísticamente significativos, la fertilización orgánica demostró ser una opción viable y posiblemente mejor en invernaderos. Se aconseja seguir investigando para optimizar las dosis y combinaciones de fertilizantes orgánicos.

Basado en Romero *et al.*, (2012), la evaluación de diferentes tratamientos de fertilización orgánica y mineral en fresa (*Fragaria x ananasa* Duch.) mostró que la combinación de fertilización orgánica-mineral fue mejor que la fertilización orgánica sola. El estudio, realizado en Atlixco, Puebla, utilizó un diseño completamente al azar con 24 tratamientos factoriales evaluados en dos periodos (enero-abril y junio-septiembre). Utilizando como medidas los diámetros polar y ecuatorial y el peso fresco del fruto, los tratamientos que contienen ácidos fúlvicos y reguladores del crecimiento mejoran la fertilidad del suelo, la vida microbiana y la capacidad de intercambio catiónico, lo que conduce a una mejora significativa del material y la calidad. Kilic *et al.*, (2021) menciona que la calidad de la fresa puede ser significativamente mejorada por el uso de abonos orgánicos e inorgánicos, así como por sus mezclas. La calidad de la fruta fresca. Los hallazgos del estudio, que evaluaron cómo estos tratamientos afectarán a las variedades "Albion", "San Andreas" y "Monterey", mostraron que la aplicación de fertilizantes orgánicos mejoró significativamente el color de las fresas. Descubrieron que la combinación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos producía el equilibrio ideal de sólidos solubles y glucosa, y que esto era esencial para producir frutos de excelente calidad incluso cuando la firmeza y el contenido de vitamina C disminuían en relación con los tratamientos químicos únicamente. En comparación con los tratamientos exclusivamente

químicos, se notó que el uso de fertilizantes orgánicos e inorgánicos mejoraba el equilibrio de sólidos solubles y glucosa en la producción de fruta. Comparando el uso de fertilizantes orgánicos e inorgánicos con tratamientos que eran sólo de base química, la producción de frutos mostró una mejora del equilibrio de sólidos solubles y glucosa. Estos resultados resaltan la importancia de estandarizar las metodologías para las comparaciones transfronterizas de cultivos.

En un estudio publicado en Moloşag *et al.*, (2023) evaluaron el impacto de los fertilizantes elaborados a partir de residuos marinos en el contenido de nitrógeno, el crecimiento, el rendimiento y la calidad de las fresas. En un diseño experimental al aire libre con cinco tratamientos diferentes (polvo de espinas de bacalao (*Gadus morhua*), polvo de espinas de maruca (*Molva molva*), pellets de desechos de bacalao y algas marinas (*Ascophyllum nodosum*), fertilizantes químicos y un control), se controla que los fertilizantes orgánicos producen resultados comparables o incluso mejores que los tratamientos con fertilizantes químicos en términos de número de hojas, concentración de nutrientes y parámetros de calidad de la fruta. Según la investigación, los fertilizantes orgánicos derivados de la hojarasca marina pueden utilizarse en lugar de algunos fertilizantes químicos en el cultivo de fresas, ofreciendo a los horticultores una opción más respetuosa con el medio ambiente.

El impacto del humus de lombriz como componente del sustrato en los indicadores de rendimiento de la fresa se evaluó en un estudio realizado por Develi *et al.*, (2021) El humus de lombriz se empleó en cantidades variables a lo largo de los estudios, y se utilizaron la prueba de Duncan y SPSS 13 para analizar los resultados. Los resultados demostraron que el humus de lombriz mejoró considerablemente los índices de rendimiento en función de las proporciones aplicadas y tuvo un efecto importante en el desarrollo y la producción de fresas. El estudio concluye que el humus de lombriz es un componente útil del sustrato que maximiza en gran medida el rendimiento de la fresa.

Mena *et al*; (2017) evaluaron los efectos de la fertilización integrada en fresa cv. Selva en la finca Santa Teresa Cayma en Arequipa, Perú. Una combinación de 50% de fertilización química y 50% de fertilización orgánica produjo la mayor producción de fruta sin degradar la calidad del suelo. Se utilizaron tres niveles de fertilización química y orgánica. No hubo alteraciones perceptibles a largo plazo en la fertilidad del suelo ni en la tasa de respiración, a pesar de que la fertilización orgánica aumentó la tasa de respiración durante los primeros 80 días. Estos resultados implican que, en situaciones que incluyen riego por goteo y acolchado plástico, el enfoque de fertilización integrada puede ser ventajoso para maximizar la producción de fresa cv. Selva.

Segura, (2022) en un estudio realizado en el Centro Agronómico K'ayra, Cusco, se evaluó el impacto de cinco sustratos y solución nutritiva en fresas (*Fragaria vesca* variedad Camino Real) con acolchado. En un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), se utilizaron sustratos que incluían arena, aserrín, estiércol, suelo agrícola y turba, ya sea en combinación con o sin solución nutritiva. Según los resultados, el tratamiento «Turba + suelo agrícola con solución nutritiva» produjo un mayor rendimiento de fruta, alcanzando las 16,75 t/ha. No se observaron cambios apreciables en otras variables como peso en gramos, número, diámetro, longitud del fruto y finalmente altura de la planta, a pesar de que este tratamiento fue más beneficioso en términos de peso total del fruto.

Llalla, (2019) utilizando un diseño de bloques completos al azar, el objetivo fue evaluar el impacto de diversos tipos de fertilizantes sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de la variedad de fresa de aroma durante la temporada de cultivo 2018-2019. Un área de 72 m<sup>2</sup> con 18 camellones se sometió a seis tratamientos, con una dosis de fertilizante NPK de 180-120-100. Con 36 frutos por planta y un diámetro polar del fruto de 5,68 cm, con un nivel de confianza del 95%, el tratamiento con abono orgánico Sapankari (T-2) destacó entre los demás tratamientos. Según el análisis 2021 de Llalla Mamani, la producción de la variedad de fresa



Fragancia en el Centro Agronómico K'ayra de Cusco obtuvo los mejores resultados utilizando el abono orgánico Sapankari.

## 4.2 Marco teórico conceptual

### 4.2.1 Origen de la fresa

La fresa, es una planta herbácea de la familia de las rosáceas, es originaria de Europa, donde se encuentran varias especies silvestres, entre ellas *Fragaria vesca* y *Fragaria viridis*. Sin embargo, los tipos de fresas que se cultivan actualmente en gran cantidad son resultado de un híbrido natural entre dos especies - *Fragaria virginiana* y *Fragaria chiloensis* - que fueron traídas al Nuevo Continente durante los siglos XVII y XVIII. Estas especies americanas fueron introducidas y, aunque en un principio se utilizaron como plantas ornamentales, su fructificación se extendió a Europa. En la actualidad, la investigación sobre la fresa se centra principalmente en el desarrollo de métodos de cultivo más productivos para reducir los costes de producción y en la obtención de tipos resistentes a las enfermedades que proporcionen frutos deliciosos y de alto rendimiento Ministerio de Agricultura, (2008, p. 6 - 7); Bianchi, (2018, p.1).

La fresa, como cultivo de interés mundial, tiene una historia marcada por procesos de hibridación y adaptación que la han convertido en una de las frutas más apreciadas en la actualidad. Si bien sus orígenes se remontan a especies silvestres europeas, el verdadero impulso productivo provino del cruce entre variedades americanas que, con el tiempo, fueron introducidas en distintos continentes. Este tránsito no solo transformó su función inicial de planta ornamental en un cultivo alimenticio de alto valor, sino que también dio inicio a una larga trayectoria de domesticación y mejora genética.

Hoy en día, el estudio de la fresa trasciende lo histórico y se orienta hacia la innovación tecnológica y la sostenibilidad agrícola. Los esfuerzos científicos están enfocados en perfeccionar sistemas de cultivo que incrementen la eficiencia productiva y reduzcan los

costos, al mismo tiempo que buscan variedades resistentes a plagas y enfermedades, capaces de adaptarse a climas variables sin perder calidad organoléptica. De este modo, la fresa no solo se mantiene como un producto de consumo masivo por su sabor y cualidades nutricionales, sino que también se convierte en un símbolo de cómo la interacción entre naturaleza y ciencia puede generar alimentos más competitivos y sostenibles para los mercados globales.

#### 4.2.2 Taxonomía

*USDA, (2024) menciona que según clasificación filogenética lo sitúa en la forma siguiente.*

**Reino:** *Plantae*

**Subreino:** *Tracheobionta*

**Superdivisión:** *Spermatophyta*

**División:** *Magnoliophyta*

**Clase:** *Magnoliopsida*

**Subclase:** *Rósidos*

**Orden:** *Rosales*

**Familia:** *Rosaceae* Juss.

**Género:** *Fragaria* L. Fresa

#### 4.2.3 Etimología

Fridell & Svanberg, (2024) menciona que la palabra "fresa" procede del latín "fragum", que significa "fruta fragante". A lo largo de los siglos, esta palabra ha evolucionado a través del francés antiguo (fraise) y el latín medieval (fraga) hasta llegar al inglés como "strawberry". Se ha utilizado para referirse tanto a la fruta como a la planta que la produce, y más tarde se adoptó para referirse al popular fruto rojo que conocemos hoy en día.

#### 4.2.4 Descripción botánica de la fresa

Da Costa *et al.*, (2021) indica que la morfología única de las fresas se debe a una serie de características importantes. Las fresas perennes se distinguen por sus hojas compuestas trifoliadas, que suelen tener folíolos dentados y un largo pedúnculo. Las flores hermafroditas de la fresa incluyen muchos estambres y pistilos, además de cinco pétalos blancos. Los frutos son en realidad cápsulas más gruesas con muchas semillas, llamadas aquenios, esparcidas por su superficie. Estos rasgos físicos permiten una flexibilidad excepcional a una amplia gama de entornos de crecimiento, lo que favorece la diseminación de semillas y la polinización en su entorno nativo. Es esencial observar estos rasgos para comprender su cultivo y manejo agronómico.

La fresa se distingue por una morfología particular que combina elegancia y funcionalidad, convirtiéndola en una planta con gran capacidad de adaptación agrícola. Sus hojas trifoliadas, provistas de folíolos dentados y sostenidas por pedúnculos alargados, cumplen un papel esencial en la fotosíntesis y en la regulación del intercambio gaseoso. A ello se suma la presencia de flores hermafroditas, con abundantes estambres y pistilos, que aseguran una alta eficiencia en los procesos de polinización y fecundación. Estas flores, de pétalos blancos, aportan no solo valor estético, sino también la base reproductiva de la especie.

El fruto, aunque comúnmente identificado como una baya, en realidad corresponde a un receptáculo carnoso que porta en su superficie numerosos aquenios, considerados las verdaderas semillas. Esta particularidad le otorga una ventaja evolutiva, ya que facilita la dispersión y aumenta las posibilidades de reproducción. Gracias a este conjunto de rasgos, la fresa ha logrado adaptarse a distintos ambientes de cultivo, manteniendo su productividad en condiciones variables. Comprender estos aspectos morfológicos resulta clave para diseñar estrategias agronómicas eficientes, optimizar su manejo y, en consecuencia, mejorar tanto la calidad como el rendimiento del cultivo.

#### **4.2.4.1 Raíz**

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, (2017) indica que tienen un sistema radicular fibroso y superficial formado por muchas raíces diminutas y ramificadas. Estas raíces absorben eficazmente el agua y los nutrientes del suelo extendiéndose horizontalmente, normalmente a una profundidad de poco más de 30 cm. Este sistema radicular es muy susceptible a los cambios de temperatura del suelo y de disponibilidad de agua debido a su escasa profundidad. Bolda, (2015) señala que las raíces de la fresa son fibrosas, lo que ayuda a la regeneración y favorece la capacidad de la planta para propagarse vegetativamente por estolones. El 75% de las raíces activas crecen en la capa superficial del suelo a una profundidad de 15 cm, mientras que las raíces crecen en la capa del suelo entre 12 y 16 cm. Las raíces pivotantes, a veces denominadas raíces de clavija o raíces estructurales, suelen aparecer en grupos de 20 a 30 por planta. Su vida útil es de uno a dos años. Las raíces finas conocidas como raíces alimentadoras o blancas, o raíces secundarias, surgen de las raíces primarias. Sólo tienen unos pocos días o semanas de vida. La planta produce almidón para sus raíces primarias, mientras que las raíces secundarias toman agua y nutrientes de la tierra.

#### **4.2.4.2 Tallo o corona**

El Instituto Tecnológico Superior de Coalcomán (2018) describe que se compone de un tallo corto y cónico, denominado corona, en el que se ven varias escamas foliares.

Bolda (2015) señala que la corona produce raíces en la base de la planta y que también descansa sobre la superficie del suelo. La corona es un tallo comprimido que da lugar a brotes de floración y crecimiento vegetativo (verde) mediante la formación de yemas axilares. Comprender el funcionamiento de la corona resulta clave, ya que de su vitalidad depende directamente la capacidad de la planta para regenerarse, adaptarse al entorno y garantizar un ciclo continuo de producción.

#### **4.2.4.3 Estolones o tallos rastreros**

Ministerio de Agricultura (2008) señala que la reproducción de la fresa depende de la formación de estolones, que son tallos horizontales que se ramifican desde la superficie del suelo. Estas singulares estructuras surgen de la planta madre y se extienden para crear nuevas plantas de fresa, lo que permite la propagación y expansión de las plantas en el suelo. Bolda, (2015) en contraposición a los "estolones". Son tallos vegetativos y hojas que se extienden desde el suelo. Posteriormente se forman más plantas, cada una con su propia estructura radicular. De este modo una planta responde a su entorno de forma natural, guiándola así hacia la fase reproductiva de su vida. En la propagación se utilizan las células madre de la planta fresnea. Esta energía puede devolverse a la formación de hojas y flores una vez cortados los estolones.

#### **4.2.4.4 Hoja**

Olivera (2012) describe que es una hoja peciolada larga con dos estípulas escarlatas que se insertan en la corona de la planta. Su limbo está dividido en tres folíolos pedunculados dentados. Como las hojas tienen muchas estomas, pueden transpirar mucha agua y perder. Estos rasgos favorecen la capacidad de la planta de la fresa para controlar el intercambio de gases con el entorno y preservar el equilibrio hídrico. Bolda (2015) las hojas más nuevas crecen en el centro de la espiral. Cada 8 a 12 días durante la temporada de crecimiento, las hojas comienzan a formarse. La circulación interna de nutrientes de la planta llegará a las hojas más jóvenes para favorecer su crecimiento. Las hojas maduras de la planta seguirán creciendo durante unos meses.

#### **4.2.4.5 Flores**

Olivera (2012) menciona que la flor incluye detalles como la presencia de cinco a seis pétalos, de veinte a treinta tallos y numerosos pistilos en un recipiente carnosos. La flor puede

ser impecable o hermafrodita, pero también puede tener flores unisexuales y diclinales. El desarrollo de la flor conduce a la formación de achenios, y el óvulo fecundado da el fruto conocido como fresa.

La flor de la fresa constituye la base del proceso reproductivo de la planta y presenta una complejidad estructural notable. Suelen encontrarse de cinco a seis pétalos que protegen un receptáculo carnoso donde se insertan entre veinte y treinta estambres y múltiples pistilos. Esta composición le otorga una versatilidad reproductiva, ya que puede presentarse como hermafrodita, unisexual o diclínica. Una vez ocurrida la fecundación, el desarrollo de los óvulos origina los achenios, pequeñas estructuras que en conjunto con el receptáculo carnoso forman el fruto conocido como fresa. En este sentido, cada flor no solo asegura la continuidad de la especie, sino que también constituye la esencia de la calidad y cantidad de la producción frutal.

#### **4.2.4.6 Inflorescencia**

Bolda (2015) menciona que en una yema terminal de la corona o una yema axilar de la hoja pueden dar lugar a la inflorescencia. La inflorescencia puede ramificarse distal o basalmente. Hay múltiples flores del mismo tamaño en el primer caso, pero menos flores en el segundo. Las yemas auxiliares dan lugar a los racimos de flores que emergen de la bráctea. La primera flor en aparecer es la flor principal. Bajo las flores principales brotan flores secundarias. Éstas pueden apoyar el crecimiento de las flores terciarias, continuando así el proceso de desarrollo. La inflorescencia de la planta tiene forma de racimo, con los frutos o flores sostenidos por pedicelos florales. En cada racimo pueden encontrarse de una a cuarenta flores hemicristalinas y hermafroditas, protegidas por un cáliz de sépalos. Benavidez *et al.*, (2022) los pétalos tienen forma ovalada y rodean un receptáculo conspicuo que contiene entre 20 y 35 estambres. En la floración hay entre 200 y 400 pistilos en forma de espiral. La polinización anemófila o entomófila puede ser inadecuada, dando lugar a frutos malformados

por diversas razones. Lo ideal es que los colmenares tengan temperaturas mínimas de 12 °C y niveles de humedad relativa no superiores al 94% para maximizar la polinización. El mejor momento para la descarga de polen es el mediodía, y dura 48 horas (p. 6).

#### **4.2.4.7 Fruto**

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2017) señala que su tamaño se adapta al de las flores, y su color va del carmesí pálido al rojo intenso. La forma puede ser acorazonada, globosa o cónica. Bolda, (2015) la planta de la fresa suele producir de cinco a seis frutos en sus brácteas, aunque ocasionalmente más. Los frutos que primero se desarrollan a partir de las floraciones principales son los más grandes. Por el contrario, en un patrón de desarrollo secuencial, las floraciones secundarias son las que dan lugar al segundo grupo de frutos más grandes.

El fruto de la fresa presenta una notable diversidad en cuanto a tamaño, forma y color. Su tonalidad puede variar desde un carmesí suave hasta un rojo intenso, mientras que sus formas más comunes incluyen la acorazonada, la globosa y la cónica. La planta, en condiciones normales, produce entre cinco y seis frutos por cada ciclo reproductivo, aunque en ocasiones se puede superar esta cantidad. Los primeros frutos en desarrollarse, originados de las floraciones iniciales, suelen ser los de mayor tamaño y calidad; en cambio, las floraciones secundarias generan un segundo grupo de fresas, generalmente más pequeñas, que responden a la secuencia natural de producción de la planta.

#### **4.2.4.8 Semillas**

Bolda (2015), señala que las semillas son aquenios adheridos al fruto carnosos (p. 13).

#### **4.2.5 Ciclo fenológico de la fresa**

Según Fajardo (2014), el cultivo de la fresa atraviesa diversas fases de desarrollo que marcan su ciclo vital. Estas comprenden la etapa vegetativa, la brotación, el crecimiento



foliar, la formación de las estructuras vegetativas, la fase reproductiva que incluye la iniciación floral y la floración y finalmente la etapa productiva, caracterizada por la formación y maduración del fruto. El proceso puede describirse de la siguiente manera:

<b>Etapas vegetativas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Brotación:</b> letargo, las yemas principales comienzan a crecer.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Desarrollo de las hojas:</b> de las primeras hojas emergentes, primeras hojas desplegadas hasta nueve o más hojas desplegadas.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Desarrollo de las partes vegetativas cosechables:</b> comienzo de la formación de estolón (de 2 cm de longitud), brotes de hijos de la planta para ser trasplantado.</li> </ul>
<b>Etapas reproductivas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aparición de órgano floral:</b> primeras yemas florales salidas.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Floración:</b> primeras flores abiertas, plena floración y caída de pétalos.</li> </ul>
<b>Etapas productivas</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Formación del fruto.</b></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Maduración del fruto.</b></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Senescencia y comienzo del reposo vegetativo.</b></li> </ul>

Fuente: Fajardo (2014)

## 4.2.6 Formas de reproducción

### 4.2.6.1 Propagación por semilla

Pacheco (2017) cita a Brasanti, E, (1989) menciona que la propagación por las semillas se realiza en trabajos de mejoramiento genético. La generación de semillas facilita si esta recibe un tratamiento de escarificación durante 10 a 15 minutos en ácido sulfúrico concentrado (p. 14).

### 4.2.6.2 Propagación por división de coronas

Pacheco (2017) cita a Alsinia (1984) indica que consiste en dividir las plantas recién

creadas a partir de la corona principal, cada una de cuyas secciones debe tener un número determinado de raíces (p. 15).

La multiplicación de la fresa también puede realizarse mediante la división de la planta originada a partir de la corona principal. Este procedimiento consiste en separar la planta madre en varias secciones, procurando que cada una de ellas conserve un número suficiente de raíces activas que aseguren su viabilidad. De esta manera, cada división funciona como una nueva unidad de propagación, con la capacidad de desarrollarse de manera independiente y establecerse en el campo.

La eficacia de esta técnica depende en gran medida del cuidado al momento de realizar la partición, pues si las secciones no cuentan con raíces bien formadas o con tejido sano, se incrementa el riesgo de que la planta no prospere. Aun así, esta forma de propagación ofrece la ventaja de obtener plantas más homogéneas y con mayor vigor inicial, siempre que se maneje con precisión y bajo condiciones adecuadas de humedad y suelo.

#### **4.2.6.3 Propagaciones por estolones**

Pacheco (2017) cita a Juscafresa, B, (1977) menciona que al separar los estolones de la planta madre que han establecido raíces, deben utilizarse únicamente los primordios, es decir, los más próximos a la planta madre, que son los más desarrollados (p. 15).

En el proceso de propagación de la fresa, la selección de estolones adquiere un papel decisivo para garantizar la calidad del nuevo cultivo. Cuando se separan los estolones de la planta madre, es fundamental priorizar aquellos brotes que se encuentran más próximos a ella, ya que suelen presentar un mejor grado de enraizamiento y un desarrollo inicial más vigoroso. Estos primordios poseen mayor capacidad de adaptación al trasplante y aseguran una planta joven con mejores perspectivas de crecimiento.

La utilización de estolones lejanos o poco desarrollados, en cambio, incrementa el riesgo de obtener plantas débiles, con bajo potencial productivo y susceptibles a enfermedades.

Por ello, la adecuada selección y manejo de este material de propagación no solo determina la uniformidad del cultivo, sino que también repercute directamente en el rendimiento y la calidad de la cosecha. En términos prácticos, este procedimiento representa una estrategia sencilla y natural de multiplicación, pero que exige criterios técnicos para alcanzar resultados satisfactorios en la producción de fresa.

#### 4.2.7 Variedades

Morales *et al.* (2017) da a conocer las variedades que más destacan de fresas y se clasifican según sus horas de luz que influye en su desarrollo son:

*Las variedades de día corto:* son las que reaccionan a fotoperiodos de menos de 14 horas de luz. Normalmente, este grupo afecta a dos cosechas al año.

Variedades de día neutro: No se ven afectadas por la duración del día ni por las horas de luz, y las únicas condiciones que les permiten florecer son temperaturas del suelo superiores a 12 °C. Su producción es más uniforme a lo largo de la temporada y se adapta mejor a los sistemas forzados en invernaderos o túneles.

**Tabla 1** *Variedades de Fresa según su requerimiento de luz.*

Variedad	Programa	Tipo
Camarosa	U, de California, EE.UU.	Día corto
Camino real	U, de California, EE.UU.	Día corto
Ventana	U, de California, EE.UU.	Día corto
Palomar	U, de California, EE.UU.	Día corto
Mojave	U, de California, EE.UU.	Día corto
Benicia	U, de California, EE.UU.	Día corto
Sabrosa	Huelva, España	Día corto

Sabrina	Huelva, España	Día corto
Sahara	Huelva, España	Día corto
Safari	Huelva, España	Día corto
Albi3n	U. de California, EE.UU.	Día neutro
San Andreas	U. de California, EE.UU.	Día neutro
Monterrey	U. de California, EE.UU.	Día neutro
Portola	U. de California, EE.UU.	Día neutro
Aromas	U. de California, EE.UU.	Día neutro
Cristal	Huelva, España	Día neutro

---

*Nota. Tomado de (Morales et al; 2017).*

#### **4.2.8 Construcción del fitotoldo**

Arriagada (2005), indica “que los fitotoldos, son viveros en cuyo interior se desarrolla un cultivo en condiciones controlados con plástico agrícola que filtran los rayos solares y que permiten conservar el calor del día para la noches de heladas , que se han convertido en una solución para los cultivos de hortalizas y verduras en estas zonas de cambios bruscos de temperatura que impiden el crecimiento de estos alimentos, indispensables para la dieta familiar y de ese modo evitar la desnutrición infantil, uno de los grandes problemas en las zonas alto andinas del país.

Con el fitotoldo no se corre ningún peligro para el consumidor. Además, mejora la calidad de las verduras y las frutas que se producen al interior, al contrario, son muy ricos y saludables. En el fitotoldo normalmente se trabaja unas horas durante la semana, por lo general en la mañana temprana o en la tarde cuando no hace demasiado calor. Las verduras y las frutas

cosechadas en el fitotoldo son perfectamente sanas y no producen ningún tipo de enfermedad a las personas que la consumen. En la mayoría de los países de Europa las temperaturas en invierno son muy frías (hablamos de 20, 30, hasta 40°C bajo cero). Durante cinco meses del año no se podían sembrar ni cosechar frutas y verduras al aire libre. Para poder producirlos verduras y las frutas instalaron fitotoldo para no tener problemas de hambre. Teniendo por ejemplo en Almería, en el sur de España donde se encuentran fitotoldo de una superficie total de 35'000 hectáreas que:

- Protege a los sembríos de los fenómenos del clima.
- La temperatura se mantiene con una ventilación cotidiana.
- Requerimiento del riego es cada dos a tres días.
- Durante la estación húmeda, permite recuperar y almacenar la lluvia en un reservorio rústico, para ayudar en el período de sequía”.

#### ***4.2.8.1 Objetivos de los fitotoldos:***

Los objetivos del cultivo en fitotoldo son los siguientes:

- Proteger el cultivo frente a adversidades climáticas: el fitotoldo actúa como una barrera física que disminuye el impacto de fenómenos como el viento, la lluvia, las heladas y la sequía. Estos factores, en condiciones de campo abierto, suelen ocasionar daños en el follaje, afectar la floración y reducir el rendimiento del cultivo.
- Posibilitar el cultivo en condiciones inadecuadas a cielo abierto: este sistema permite que las plantas se desarrollen de manera adecuada aun cuando las condiciones externas no favorezcan el crecimiento, la floración o la fructificación. De esta manera, el fitotoldo asegura un entorno más controlado y estable, garantizando el cumplimiento del ciclo vegetativo del cultivo.

- Incrementar el volumen de la producción: gracias a la creación de un microclima más favorable dentro de la estructura, el fitotoldo contribuye a optimizar el rendimiento del cultivo. Además, posibilita la ampliación del periodo de cosecha, lo que se traduce en una mayor disponibilidad de frutos en el mercado.
- Mejorar la calidad de las cosechas: los frutos obtenidos bajo esta modalidad presentan mejores características organolépticas como color, sabor, aroma y textura, lo que incrementa su competitividad en los mercados locales y regionales.
- Optimizar el uso de los recursos agrícolas: el fitotoldo también permite un manejo más eficiente del riego y de los insumos, reduciendo pérdidas y favoreciendo la sostenibilidad de la producción en el tiempo.

#### ***4.2.8.2 Orientación de los Fitotoldos***

Según Francescangeli y Mitidieri (2006), en el diseño y construcción de un fitotoldo, la orientación de la estructura depende principalmente de la configuración de la parcela y, en segundo lugar, de la dirección de los vientos fríos predominantes. No obstante, al definir la orientación también resulta indispensable considerar la captación de radiación solar durante los meses de invierno, aspecto que se relaciona estrechamente con la forma y la inclinación del techo. La orientación del fitotoldo se establece a partir de la dirección de su eje longitudinal.

Estudios realizados en latitudes superiores a los 40° evidencian que la disposición Este-Oeste permite una mayor transmisión de luz hacia el cultivo durante el invierno en comparación con la orientación Norte-Sur. En primavera, la orientación tiene una influencia mínima sobre la luminosidad, mientras que en verano la disposición Norte-Sur presenta una ligera ventaja sobre la Este-Oeste. Asimismo, los fitotoldos orientados de Norte a Sur ofrecen una distribución lumínica más uniforme, dado que las sombras se desplazan con mayor rapidez a lo largo del día; en cambio, cuando se instalan varias estructuras en paralelo con orientación

Este-Oeste, la superposición de sombras puede convertirse en un factor relevante a considerar.

#### ***4.2.9 Riego***

De acuerdo con Olarte (2002), citado por Pumacallahui (2019), el riego puede entenderse como la práctica que combina ciencia y técnica para suministrar agua al suelo en la cantidad y en el momento oportuno. Su finalidad es restituir la humedad perdida por el consumo de las plantas o, en su defecto, acondicionar el suelo para facilitar su manejo y hacerlo apto para el desarrollo de actividades agrícolas.

Baca, C. (2010). El riego es la aplicación artificial, oportuna y racional de agua a las tierras agrícolas para satisfacer las demandas de agua de las plantas.

El riego constituye una de las prácticas agrícolas más relevantes, pues integra conocimientos científicos y habilidades técnicas orientadas a garantizar la disponibilidad de agua en el momento y en la cantidad precisa que los cultivos requieren. Más allá de ser un mecanismo de reposición hídrica, se trata de un proceso estratégico que permite regular el equilibrio entre suelo, agua y planta, asegurando así condiciones adecuadas para el crecimiento y la productividad agrícola. Su aplicación no solo contribuye a compensar la pérdida de humedad ocasionada por la evapotranspiración, sino que además posibilita preparar y acondicionar el suelo, optimizando su estructura y facilitando las labores de manejo.

Desde una perspectiva moderna, el riego no se limita únicamente a la acción de suministrar agua, sino que representa una herramienta fundamental para mejorar la eficiencia productiva, incrementar la sostenibilidad del uso de los recursos naturales y, al mismo tiempo, reducir los riesgos asociados a la variabilidad climática. Un sistema de riego planificado y racional favorece la uniformidad en el desarrollo de los cultivos, incrementa los rendimientos, mejora la calidad de las cosechas y permite una mayor estabilidad económica para los productores agrícolas. En este sentido, se convierte en un elemento indispensable para garantizar la seguridad alimentaria y la competitividad de la actividad agrícola en contextos



cada vez más exigentes.

- **¿Por qué regar?**

El agua constituye un elemento esencial para el desarrollo vegetativo de las plantas, el proceso productivo y la obtención de mayores rendimientos agrícolas. Su aplicación es necesaria durante todo el año, salvo en las épocas en que las precipitaciones resulten suficientes para cubrir los requerimientos hídricos del cultivo.

- **¿Cuándo regar?**

El riego debe realizarse cuando el cultivo presente señales de estrés hídrico, con el fin de mantener niveles adecuados de humedad en el suelo. Para ello, se recomienda aplicar riegos periódicos y oportunos que eviten que la planta llegue a condiciones críticas de déficit de agua.

- **¿Cuánto regar?**

La cantidad de agua suministrada debe reponer el volumen consumido por el cultivo, garantizando que el perfil del suelo mantenga la humedad necesaria para su óptimo desarrollo.

- **¿Cómo regar?**

El agua debe aplicarse directamente en la zona radicular, utilizando métodos de riego apropiados que aseguren una distribución uniforme. Es fundamental evitar tanto los excesos como la insuficiencia de riego, a fin de favorecer un crecimiento equilibrado y sostenible del cultivo.

#### ***4.2.9.1 Riego tecnificado***

López (2004) señala que la tecnificación del riego consiste en optimizar el aprovechamiento de los recursos hídricos mediante la aplicación adecuada de tecnologías orientadas al beneficio agrícola. Este enfoque posibilita una distribución eficiente y oportuna no solo del agua, sino también de fertilizantes y nutrientes esenciales para los cultivos.

Asimismo, la implementación de estas tecnologías busca alcanzar múltiples objetivos: disminuir el consumo de agua, reducir la necesidad de mano de obra, simplificar los procesos

de aplicación, incrementar el rendimiento por unidad de superficie cultivada y, finalmente, garantizar la obtención de productos de mayor calidad.

#### ***4.2.9.2 Sistema de riego***

López (2004) sostiene que un sistema de riego debe entenderse como un conjunto integral en el que convergen factores de naturaleza técnica, social y económica, los cuales interactúan de manera coordinada para garantizar un aprovechamiento eficiente del recurso hídrico en la agricultura.

- Gestión del recurso hídrico: el sistema de riego considera inevitablemente las pérdidas de agua en el proceso, pero busca asegurar un suministro suficiente y oportuno que mantenga la humedad del suelo en la zona de raíces, evitando condiciones de estrés hídrico. De esta forma, se procura conservar una baja tensión superficial en el perfil del suelo, lo que facilita la absorción del agua por parte de la planta y asegura su desarrollo óptimo.
- Infraestructura técnica: dentro del sistema se incluyen las obras de captación, conducción, almacenamiento, drenaje y aplicación del agua al cultivo. Estos elementos son esenciales, ya que determinan la eficiencia en la distribución y uso del recurso, así como la durabilidad y el buen funcionamiento del sistema en el tiempo.
- Componente social: un sistema de riego no solo depende de la infraestructura, sino también de la organización de los usuarios. La distribución equitativa del agua, la administración de los turnos de riego, el registro de agricultores y el mantenimiento colectivo de la infraestructura son aspectos sociales que garantizan el funcionamiento sostenible del sistema.
- Dimensión económica y productiva: finalmente, el riego tecnificado repercute en la

producción agrícola, puesto que permite incrementar la rentabilidad de los cultivos, mejorar la eficiencia del uso de insumos y garantizar la sostenibilidad en zonas de regadío. De esta manera, el agua se convierte en un factor estratégico que no solo favorece la productividad inmediata, sino que también contribuye al desarrollo económico de las comunidades agrícolas.

#### ***4.2.9.3 Riego localizado por goteo***

Domínguez (1996) define el riego como la aplicación controlada, uniforme y en el momento oportuno de agua en la zona radicular, con el propósito de reponer la humedad consumida por la planta entre una aplicación y otra. Se trata de un procedimiento artificial que busca garantizar la disponibilidad hídrica necesaria para que el cultivo aproveche de manera eficiente el agua durante su fase vegetativa, favoreciendo así un adecuado crecimiento y un rendimiento óptimo de la producción.

Asimismo, el autor explica que, en el caso del riego localizado, los emisores o goteros generan una franja húmeda en el suelo conocida como bulbo húmedo, la cual se forma alrededor del punto de aplicación del agua. A diferencia de los sistemas convencionales, este método no busca almacenar grandes volúmenes de agua en el suelo, sino más bien mantener una reserva temporal que asegure un flujo constante y casi continuo desde el sistema de riego hacia las raíces del cultivo. En este sentido, un aspecto clave del riego localizado es la continuidad del suministro, ya que de ello depende la estabilidad de la humedad en la zona radicular y, en consecuencia, el buen desempeño fisiológico de la planta.

Las siguientes ventajas y desventajas son las siguientes:

#### **Ventajas:**

- Eficiencia en el uso del agua: la relevancia del riego reside en su capacidad para alcanzar niveles de eficiencia que oscilan entre el 90 % y el 95 % en el aprovechamiento

del recurso hídrico, al suministrarlo en el momento exacto en que el cultivo lo requiere. Esto no solo disminuye el consumo de agua, sino que también reduce significativamente los costos asociados a la gestión del riego.

- Aplicación focalizada en la zona radicular: al dirigir el agua exclusivamente hacia las raíces de la planta, se evita el desperdicio y se limita el crecimiento de malezas. De esta manera, se mejora el control de especies no deseadas en el cultivo y, al mismo tiempo, se optimizan los gastos de producción relacionados con su manejo.
- Uso racional del recurso hídrico: este sistema garantiza un suministro de agua localizado, continuo, eficiente y oportuno, asegurando que la humedad del suelo se mantenga en niveles adecuados para el desarrollo del cultivo sin generar pérdidas innecesarias.
- Operación con baja presión: los emisores funcionan con presiones reducidas, generalmente menores a 1 bar, lo que contribuye a disminuir el consumo energético y a simplificar la infraestructura necesaria para su funcionamiento.
- Fertirrigación y aplicación de insumos: una ventaja adicional es la posibilidad de incorporar al agua de riego fertilizantes solubles y ciertos plaguicidas. Esto permite que los nutrientes y productos fitosanitarios lleguen directamente a la zona de absorción de las raíces, aumentando la efectividad de su aplicación y reduciendo los costos de mano de obra.

**Desventajas:**

- Alta inversión inicial: la implementación de sistemas de riego localizado exige una inversión considerable al inicio, debido al costo de la infraestructura, los equipos y la instalación. Sin embargo, este gasto puede considerarse una inversión a largo plazo,

dado que los beneficios en eficiencia hídrica y productividad compensan progresivamente el desembolso inicial.

- **Riesgo de obstrucción de los emisores:** debido al reducido tamaño de las boquillas o salidas de los emisores, estos son susceptibles a taponarse con partículas minerales, sedimentos o materia orgánica presentes en el agua. Esta obstrucción disminuye el caudal emitido y afecta la uniformidad en la distribución del riego, lo que puede ocasionar deficiencias hídricas en ciertas plantas y, por ende, pérdidas en la producción. Para prevenir este problema, se requiere un mantenimiento constante del sistema, que incluye filtración adecuada, limpieza de líneas y monitoreo de la calidad del agua.

#### ***4.2.9.4 Características del riego por goteo***

Según Olivera (2012) las 'principales características del riego por goteo son las siguientes:

- **Gestión eficiente del recurso hídrico:** este sistema de riego permite un uso racional del agua, con un rango aproximado de entre 4,500 y 6,000 mm por campaña, lo que asegura un aprovechamiento responsable y sostenible del recurso.
- **Distribución uniforme del agua:** gracias a la utilización de goteros autocompensados, el volumen de agua que recibe cada planta es prácticamente el mismo, aun cuando existan desniveles en el terreno. Esto garantiza que el cultivo se desarrolle en condiciones homogéneas, evitando déficit o excesos hídricos en ciertas zonas.
- **Fertilización acorde a las necesidades del cultivo:** la tecnología facilita la aplicación fraccionada de fertilizantes en función de los requerimientos específicos de las plantas, sincronizando la entrega de nutrientes con la demanda de agua y favoreciendo así un desarrollo más equilibrado y eficiente.

- Inversión inicial y durabilidad: aunque la instalación y adquisición de equipos representan un costo relativamente alto en la etapa inicial, se trata de una infraestructura con varios años de vida útil, que además puede adaptarse a distintos tipos de cultivos, lo que la convierte en una inversión rentable a mediano y largo plazo.
- Reducción de mano de obra: este sistema disminuye significativamente la necesidad de personal tanto para las labores de riego como para la aplicación de fertilizantes, ya que la tecnología permite automatizar y simplificar dichas tareas, optimizando el tiempo y los recursos destinados a la producción agrícola.

#### ***4.2.9.5 Distribución de agua en el suelo***

Domínguez (1996) señala que, en los sistemas de riego, la distribución del agua en el suelo puede limitarse a un 30–40 % del volumen total sin comprometer el rendimiento del cultivo. Esta práctica resulta ventajosa porque genera un ahorro considerable de agua, al ajustar la aplicación únicamente a las necesidades hídricas de las plantas y minimizar las pérdidas por evaporación en áreas no irrigadas. El área de humedad alcanzada depende directamente del radio de acción del sistema y está condicionada principalmente por las propiedades físicas del suelo, como su textura y capacidad de infiltración. En cualquier tipo de suelo, el movimiento del agua se produce cuando la zona de infiltración alcanza un nivel de saturación, lo que permite el desplazamiento del líquido hacia las raíces.

#### ***4.2.9.6 Componentes del sistema de riego por goteo***

Según Mapa (s.f.) los componentes de dicho sistema son:

1. Impulsión: Esta parte del sistema comprende el conjunto de bombeo que extrae el agua desde distintas fuentes, como ríos, pozos, lagunas o reservorios artificiales. Su función principal es garantizar que el agua llegue al sistema con la presión adecuada para que

el riego sea uniforme. La impulsión también incluye los depósitos de almacenamiento, que cumplen un rol clave en la regulación del caudal y permiten disponer de agua en momentos de alta demanda o cuando la fuente natural es limitada.

2. Cabezal de riego: Es considerado el “corazón” del sistema, ya que asegura la calidad y eficiencia del agua que se distribuye a los cultivos. Dentro de este componente se encuentran filtros de malla o anillas que eliminan impurezas, evitando la obstrucción de los emisores; además, incluye equipos de fertirrigación que permiten la aplicación de nutrientes disueltos en el agua de riego, lo cual representa una ventaja al integrar dos procesos en uno solo. También se encuentran válvulas de control y dispositivos de medición de presión y caudal, indispensables para un manejo técnico adecuado.
3. Red de distribución: Está formada por tuberías principales, secundarias y terciarias que transportan el agua desde el cabezal de riego hasta las zonas específicas de cultivo. El diseño de esta red debe contemplar factores como la topografía, la textura del suelo y el tipo de cultivo, de manera que el agua llegue con un caudal uniforme. En sistemas bien implementados, la red de distribución permite ahorrar agua y energía, al minimizar pérdidas por fugas o presiones desiguales.
4. Emisores o cintas emisoras: Representan la parte final del sistema y son los encargados de aplicar el agua directamente en la zona radicular de la planta. Estos dispositivos trabajan con caudales menores a 16 l/h y a presiones de alrededor de 10 m.c.a., lo que permite un riego localizado de alta precisión. Sin embargo, al tener orificios muy pequeños, son sensibles a la obstrucción por partículas minerales, materia orgánica o sales, lo que exige un mantenimiento periódico. Su correcta operación asegura no solo la eficiencia hídrica, sino también el buen estado fisiológico de los cultivos.

**Tipos:**

1. Sellados y desmontables: Los emisores sellados son dispositivos cerrados de fábrica, lo que significa que no pueden abrirse para su limpieza interna; su ventaja es que suelen ser más resistentes y duraderos. En contraste, los emisores desmontables permiten abrir el mecanismo, facilitando la limpieza y el mantenimiento cuando existe riesgo de obstrucción por partículas o sedimentos en el agua.
2. Compensantes y no compensantes: Los emisores compensantes cuentan con un sistema interno que regula la presión, asegurando que el caudal de agua sea uniforme incluso en terrenos con desniveles o cuando hay variaciones en la presión del sistema. Esto resulta fundamental para mantener la homogeneidad en el riego. Los no compensantes, en cambio, no cuentan con este mecanismo, por lo que su caudal varía dependiendo de la presión y la ubicación dentro de la red de distribución.
3. De largo conducto (microtubo) y de laberinto: Los emisores de largo conducto, también conocidos como microtubos, se caracterizan por conducir el agua a través de un pequeño tubo flexible hasta la planta, reduciendo la velocidad y el caudal de salida. Por otro lado, los emisores de laberinto incorporan un diseño interno con canales en zigzag que disminuyen la presión y permiten una descarga controlada del agua. Estos últimos son más utilizados en sistemas modernos por su precisión y resistencia a la obstrucción.

**4.2.10 Ecología del cultivo****4.2.10.1 Clima y temperatura**

Bianchi (1999) sostiene que la fresa posee una notable capacidad de adaptación a condiciones frías, pudiendo tolerar temperaturas de hasta 2 °C durante su fase de reposo vegetativo. No obstante, para que las yemas interrumpan su estado de latencia, es necesario



que se presenten temperaturas inferiores a 6 °C, lo cual garantiza un adecuado reinicio del ciclo de crecimiento. En lo que respecta a sus estructuras vegetativas, estas muestran una resistencia considerable frente a las heladas, lo que permite que la planta sobreviva en escenarios adversos. Sin embargo, sus flores son particularmente vulnerables, ya que pueden dañarse seriamente cuando la temperatura desciende por debajo de 0 °C, afectando directamente el proceso reproductivo y, por ende, la producción de frutos. En contraste, la exposición a temperaturas superiores a 40 °C no resulta favorable, pues genera frutos de calidad deficiente, caracterizados por menor firmeza, apariencia poco atractiva y una reducción en sus cualidades organolépticas. Esto refleja la necesidad de mantener un rango térmico óptimo en el cultivo de fresas, dado que tanto los excesos de frío como de calor inciden de manera negativa en la productividad y en la competitividad del producto en el mercado.

#### ***4.2.10.2 Humedad relativa***

Villagarán (1994) indica que el rango óptimo de humedad relativa para el adecuado desarrollo de los cultivos se sitúa entre el 60 % y el 75 %. Mantener este nivel favorece un equilibrio en el ambiente de cultivo, permitiendo que los procesos fisiológicos de las plantas se realicen con normalidad. Sin embargo, cuando la humedad supera dicho rango, se generan condiciones propicias para la proliferación de enfermedades fúngicas, lo que representa un riesgo significativo para la sanidad vegetal y la productividad agrícola. En cambio, cuando la humedad relativa se encuentra por debajo de los valores recomendados, las plantas tienden a presentar daños fisiológicos, tales como marchitez, reducción del crecimiento y una menor capacidad de aprovechar los nutrientes. En consecuencia, la regulación de la humedad relativa se convierte en un factor esencial para garantizar la salud de los cultivos y asegurar un rendimiento óptimo en la producción agrícola.

#### **4.2.10.3 Luminosidad**

Brazanti (1989) sostiene que el cultivo de fresa presenta una notable sensibilidad a la cantidad de horas de luz recibida, siendo capaz de tolerar hasta aproximadamente 14 horas diarias de iluminación. La exposición directa a la radiación solar juega un papel determinante en los procesos fisiológicos de la planta, especialmente en la síntesis y acumulación de azúcares en los frutos. Este factor explica por qué las fresas cultivadas en regiones próximas a la línea ecuatorial, donde la intensidad lumínica y la duración del día son más estables, suelen caracterizarse por un sabor más dulce y una mejor calidad organoléptica. En consecuencia, el manejo de la luz no solo incide en el rendimiento productivo, sino también en atributos comerciales clave como la dulzura y la aceptación en los mercados internacionales.

#### **4.2.10.4 Agua**

Juscafresa (1987) indica que el cultivo de la fresa presenta una elevada exigencia hídrica, por lo que requiere una pluviometría mínima cercana a los 600 mm anuales, condición que en algunos casos permite su establecimiento en terrenos de secano. Sin embargo, debido a la sensibilidad del cultivo frente a la escasez de agua, se hace indispensable su manejo en tierras de regadío, ya que incluso una sequía leve puede ocasionar pérdidas significativas en la producción. En situaciones de déficit hídrico prolongado, el impacto es aún más grave, puesto que no solo se reduce drásticamente el rendimiento, sino que también existe el riesgo de perder completamente la planta. Esto evidencia que la disponibilidad y gestión eficiente del recurso hídrico constituyen factores determinantes para garantizar la sostenibilidad y rentabilidad del cultivo de la fresa.

#### **4.2.11 Acolchado**

Bolda, (2015) indica que el acolchado presenta varias ventajas en la agricultura, como regular la temperatura del suelo, favorecer el desarrollo y la maduración óptimos de los frutos y proteger las flores y los frutos de las enfermedades causadas por el suelo. También



ayuda a mantener la humedad del suelo. Se encuentra disponible en una variedad de colores, incluidos el negro, el verde y el blanco. El blanco refleja mejor el calor que el negro, lo que afecta al microambiente de las plantas. Los colores también pueden cambiar la ecología de un cultivo y atraer distintas plagas o insectos beneficiosos, además de afectar al crecimiento de las plantas (p. 26).

#### 4.2.12 Plagas y enfermedades

##### 4.2.12.1 Plagas

Olivera (2012), señala las siguientes plagas como las más comunes en el cultivo de las fresas.

**Tabla 2** Principales plagas en el cultivo de fresa

Principales plagas	Síntomas	Condiciones	Control	Imagen
Arañita roja (Tetranychus urticae)	Atrofia el crecimiento amarillamiento de las hojas.	Clima seco t° superior a 20° baja H°R	Riego a presión control químico.	
Acaro de la fresa (Phytonemus pallidus)	Afectan a los racimos florales en formación y los frutos toman un color marrón cobrizo y no desarrollan en forma normal,	Alta humedad en la planta y clima seco.	Control químico con acaricida	

tornándose duros.

Trips (Frankliella occidentalis)	Dañan con su estilete las flores, causando daño a los pistilos llegando a deformarlos como reacción a su saliva toxica. Frutos deformados	Presentes en todos los ambientes con acaricida	Control químico
--	---	---	--------------------



Gusano blanco (Anomala sp. y Bothinus sp.)	Se alimentan de las raíces hasta matar	Materia orgánica alto en el suelo	Control químico
--	---	---	--------------------



*Nota.* Adaptado de Olivera, J. (2012).

#### 4.2.12.2 Enfermedades

**Tabla 3 Enfermedades**

Principales enfermedades	Síntomas	Condiciones	Imagen
Pudrición de la corona (Phytophthora fragaria)	Se manifiesta produciendo una coloración rojiza de la hojas seguido de marchitamiento, la corona marrón oscuro cuando la planta ya muere.	Lugares donde hay mal drenaje, lo que permite la difusión del hongo ayudado por el agua hacia toda el área sembrada.	
Marchitez (Verticillium alboatrum)	Las plantas presentan oscurecimiento y necrosis de las hojas adulta.	Cambios bruscos de temperatura como ocurre con los cambios de estación.	
Moho gris (Botrytis cinérea)	Afecta a las flores, botones florales, frutos verdes y maduros.	Temperatura: 15° y 20°C H°R°: Alta	
Oídio (Spaerotheca macularis)	Atacan al envés de las hojas produciendo ligero encrespamiento de las hojas, poniéndolas en forma de copas	Temperaturas elevadas de 20 a 25°C y el tiempo soleado	
Complejo de patógenos del suelo (Fusarium sp; Rhizoctonia sp; Cylindrocarpon sp.)	Marchitez de plantas siendo los órganos afectados las raíces y tallos.	Alta humedad de suelo, suelos con mal drenaje.	

Nota. Adaptado de Olivera, J. (2012).

#### 4.2.13 Abonos orgánicos y fertilizantes químicos en el cultivo de fresa.

##### 4.2.13.1 Abonos orgánicos

Tupayachi Huayhua, (2021) cita a García, A. (1995) manifiesta que, se establecen los requisitos previos para determinar la fertilización adecuada al analizar el suelo y

comprender las necesidades nutricionales de un cultivo, dado que las raíces absorben los nutrientes que el suelo proporciona para cada unidad de rendimiento producida. Todos los tipos de suelo necesitan materia orgánica porque, además de proporcionar nutrientes, favorece el desarrollo de microorganismos beneficiosos, mejora la capacidad del suelo para intercambiar componentes minerales y mantiene su integridad estructural. Según la teoría del humus histórico, los principales nutrientes para las plantas eran el agua y la materia orgánica en descomposición. Sin embargo, actualmente se reconoce que, además de los nutrientes orgánicos y minerales, los minerales son esenciales para la nutrición de las plantas. Además, son necesarios microorganismos específicos y propiedades del suelo como la reactividad y la riqueza coloidal para la fertilidad del suelo. Grupo Desarrollo Rural, (2015) en cuanto a la preparación del suelo, se recomienda añadir estiércol bien descompuesto, aproximadamente 3 kg por metro cuadrado, ya que la fresa requiere una gran cantidad de materia orgánica para prevenir enfermedades. También se aconseja añadir abono natural sulfuroso, aproximadamente 2 kg por metro cuadrado, a los suelos con alto contenido en azufre, mezclándolo superficialmente con la fresadora.

#### **4.2.13.2 Beneficios de los abonos orgánicos en la agricultura**

Intagri (2023) menciona que los estiércoles son una rica fuente de nutrientes vitales para las plantas, constituyen un excelente fertilizante orgánico. Para evitar la pérdida de nutrientes, sobre todo de nitrógeno, por lixiviación o volatilización, es necesario seguir unos protocolos de almacenamiento rigurosos. La producción de estiércol en explotaciones ganaderas de alta densidad debe realizarse con cuidado y en condiciones ideales para evitar la formación de gases peligrosos como el metano, olores desagradables y el crecimiento de organismos indeseables para la salud de las personas y las plantas.

El estiércol constituye uno de los insumos orgánicos más valiosos en la agricultura, ya que provee al suelo de nutrientes esenciales y contribuye a mejorar sus propiedades físicas y

biológicas. No obstante, su uso efectivo depende de una adecuada gestión, pues cuando no se controla correctamente puede ocasionar pérdidas significativas de nitrógeno y otros elementos por procesos de lixiviación y volatilización. Asimismo, en sistemas de producción intensiva, la acumulación de estiércol sin medidas técnicas apropiadas favorece la liberación de gases contaminantes como el metano, la aparición de olores indeseados y la proliferación de microorganismos nocivos que afectan la salud ambiental y agrícola. En consecuencia, el manejo responsable del estiércol no solo garantiza su función como fertilizante natural en cultivos como la fresa, sino que también se convierte en una estrategia clave para la sostenibilidad y la seguridad alimentaria.

#### **4.2.13.3 Ventajas del uso de abonos orgánicos**

Según Intagri (2023) para la producción de cultivos, los fertilizantes orgánicos suelen ofrecer las siguientes ventajas:

- Según el tipo de abono orgánico utilizado, aportan una parte o casi todos los componentes que necesitan las plantas. A diferencia de los fertilizantes inorgánicos, son más residuales.
- Tienen la particularidad de que liberan los nutrientes gradualmente, asegurando un aporte específico de nutrientes para el cultivo a lo largo de su crecimiento. Mejoran la aireación, la capacidad de retención de agua, la porosidad y la estructura del suelo.
- Pueden combinarse con nutrientes para crear compuestos orgánicos que aumentan la disponibilidad para las plantas.
- La capacidad de intercambio catiónico (CIC) de la materia orgánica es mayor que la de las arcillas, por lo que la adición de fertilizantes orgánicos puede aumentar la CIC.
- Esto es especialmente ventajoso en suelos arenosos con baja CIC.

- Al descomponerse, emiten dióxido de carbono, que se convierte en ácido carbónico, que solubiliza los nutrientes de otras fuentes.
- Proporcionan carbono orgánico para apoyar las actividades de los organismos heterótrofos que viven en el suelo.
- Disminuyen la escorrentía superficial al aumentar la infiltración del agua.
- Disminuyen la pérdida de suelo provocada por la erosión hídrica. Favorecen la estabilidad de los agregados del suelo.
- Con el paso de los ciclos productivos, los abonos orgánicos mantienen la fertilidad del suelo y aumentan su capacidad productiva.

Gejaño, (2016) cita a Vitorino, B. (1994); refiere que la cantidad de humus en seco para fertilizar los diferentes cultivos, entre ellos hortalizas y flores es de 6 – 8 t/ha (800 g/m<sup>2</sup>) y frutales de 6 – 9 t/ha (5 a 8 Kg/planta) (p.33).

#### **4.2.14 Abonos inorgánicos**

Cotrina, E. y Santiago, N. (2019); en el trabajo de investigación “Niveles de nutrición inorgánica en el rendimiento de fresa (*Fragaria vesca* variedad Monterrey) en condiciones edafoclimáticas de Ambo, Huánuco”, indica que los resultados de la investigación obtenidos se detallan de la siguiente manera donde se mostraron los mayores rendimientos fue el tratamiento T3 = 210 — 110 — 310 que fue superior en el desarrollo vegetativo, reproductivo y de calidad, superior al testigo T1 = 100 – 80 – 200. (Avitia-García et al., 2014); en el trabajo de investigación “Nutrient extraction in strawberry (*Fragaria x Ananassa* Duch.)”, concluye que durante el desarrollo de estolones, flores y frutos (184 y 255 ddt), se presentó una absorción nutrimental superior a 50%. La extracción de macronutrientes en kg ha<sup>-1</sup> fue de 174 de N, 57.2 de P, 237.6 de K, 250.9 de Ca y 185.7 de Mg.



Olivera, (2012) recomienda la fertilización con 150-300 kg/ha de nitrógeno (N), 50- 150 kg/ha de fósforo ( $P_2O_5$ ) y 150-350 kg/ha de potasio ( $K_2O$ ) para obtener los resultados deseados. Comprender la duración de cada fase fenológica del cultivo y la dinámica de absorción de nutrientes que se puede representar de forma eficaz mediante una curva es crucial para saber cuándo hay que aplicar fertilizante.

#### **4.2.15 Propiedades del cultivo**

##### **4.2.15.1 Cualidades curativas**

Según Benavidez *et al.*, (2022, p. 1) afirma que las fresas ofrecen una variedad de ventajas nutricionales que tienen un gran impacto en la salud de las personas. Su alto contenido en vitamina C (70 mg por ración) las hace únicas; es doble que el de las manzanas y tres veces mayor que el de los tomates y la lechuga. Además, tienen vitamina A, esencial para mantener la piel y los ojos sanos. Los antioxidantes polifenoles y ácido elágico de las fresas contribuyen a prevenir daños celulares y disminuyen el riesgo de enfermedades crónicas. Son excelentes para dietas dirigidas a la pérdida de peso porque son bajas en calorías y una fantástica fuente de potasio, manganeso y fibra dietética.

##### **4.2.15.2 Cualidades alimenticias**

Olivera (2012) destaca que las fresas tienen potentes antioxidantes como los flavonoides y el ácido elágico, además de ser una fuente rica de nutrientes esenciales como la vitamina C, el ácido fólico y la fibra alimentaria. Estas características no sólo favorecen una dieta equilibrada, sino que también tienen importantes beneficios para la salud, ya que ayudan a prevenir enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer. Además, su bajo contenido en grasas y calorías las convierte en el alimento perfecto para una dieta saludable (p. 9).

La fresa se distingue no solo por su sabor y versatilidad gastronómica, sino también por su notable valor nutricional. Este fruto concentra compuestos bioactivos de alto interés, entre

ellos los flavonoides y el ácido eláxico, reconocidos por su acción antioxidante que contribuye a contrarrestar el daño celular provocado por los radicales libres. A ello se suma su aporte significativo de vitamina C, ácido fólico y fibra dietética, elementos indispensables para fortalecer el sistema inmunológico, mejorar la digestión y promover un adecuado metabolismo. Estas propiedades convierten a la fresa en un alimento aliado para la prevención de enfermedades crónicas como trastornos cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer. Su bajo contenido calórico y la ausencia de grasas la consolidan, además, como una opción ideal dentro de los planes de alimentación saludable orientados al bienestar integral.

#### 4.2.16 Composición química

Según Ministerio de Agricultura (2008b) De la fruta se menciona que tiene un alto contenido en vitamina C y una composición nutricional beneficiosa que incluye fibra soluble y antioxidantes, todo lo cual mejora la salud cardiovascular y tiene propiedades laxantes. Su bajo contenido en sal y grasa, según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, ayuda a normalizar la tensión arterial, mientras que sus nutrientes mejoran la función hepática y renal y contribuyen a la eliminación de toxinas. Puede consumirse crudo o cocido, en puré, seco o frito (p. 5).

**Tabla 4** *Composición Química de los Cultivares de Fresa (Contenido en 100 g de fruta)*

Componentes	Cantidad
Valor energético	40 kcal
Proteínas	0.9 gr
Grasas	0.5 gr
Carbohidratos	13 mg
Calcio	21 mg
Fosforo	21 mg
Potasio	164 mg

Ácido fólico	0.07 mg
Sodio	1 mg
Hierro	1 mg
Vitamina A	100 U.I.
Vitamina B	10.03 mg
Vitamina C	20.97

*Nota. Adaptado de Ministerio de Agricultura, (2008a).*

#### **4.2.17 Calendario de siembra y cosecha**

Ministerio de Agricultura, (2008a) describe que en La Libertad se siembra la fresa en los meses de marzo (50%), abril (42%), y en mayo (8%); pero con las nuevas variedades se está saliendo de esas fechas, llegando a extenderse de “febrero a julio.

En la región Lima, las variedades de día corto se siembran en los meses de abril a mayo, con el fin de aprovechar las bajas temperaturas e inducir la floración, a los tres meses de trasplantado. En muy poca proporción se realizan siembras adelantadas para lograr cosechas adelantadas con mejores precios, aunque con bajos rendimientos. En especial, en Huaral algunos productores realizan siembras atrasadas, que consiste en dejar las plantas en el campo después del verano, lo que se conoce como cultivo de la soca, compensando los meses de cosecha que se pierden con el retraso del trasplante, pero que se gana al cosechar en los meses de otoño, con mejores precios. Los cultivares de día neutro pueden ser sembrados durante todo el año, pero se busca de preferencia que la floración coincida con los meses de abril a junio, de modo que la producción no coincida con la de los cultivares de días corto. La introducción del cultivar “Aromas” ha cambiado completamente el calendario de siembra, ya que ésta se siembra en la actualidad durante todo el año.

Para condiciones de sierra, como la región Apurímac, las siembras por la diversidad de climas, en los valles abrigados y con disponibilidad de agua puede realizarse todo el año, siendo

la floración continua durante los meses de invierno, con baja temperatura y en época que no ocurren lluvias.

#### **4.2.18 Zonas productoras**

Ministerio de Agricultura (2008b) indica que las regiones de Lima en los valles de Huaral, Chancay, Huaura, Barranca y Cañete son las zonas productoras de fresa. La fresa se cultiva en la región de La Libertad, en los valles de Moche y Chao, así como en las ciudades de Trujillo, Simbal, Virú y Laredo. En los valles interandinos de Huaylillas, en la provincia de Pataz, se encuentran algunas plantaciones. Mientras que Tacna y Cuzco han dejado de producir, las zonas de la región de Apurímac de Andahuaylas están creciendo; en el caso de Ica, se plantaron 4 hectáreas en 1999, y Huánuco informó de 3 ha en 2007. No obstante, Perú ofrece lugares en prácticamente todas las regiones de la costa y la sierra, en cuanto a suelo y clima.

#### **4.2.19 Características de la variedad San Andreas**

IICA, (2017) menciona que esta variedad de fresa es de día neutral moderado (remontante) y se caracteriza por su notable sabor y su excelente calidad, similar a la variedad Albión. El menor número de horas de frío en el vivero y su mayor resistencia a las enfermedades son características sostenibles. En general, está más preparada que la variedad Camarosa. Mantiene un buen tamaño de la fruta hasta el final de la temporada y proporciona una producción copiosa. Durante el período de fructificación, los estolones producen menos que la variedad Albión. A pesar de su buen perfil de resistencia a las enfermedades, San Andreas debe utilizarse con precaución. Es resistente a *Fusarium* y susceptible a *Macrophomina* (p. 57).

Villagrán, (2015) indica que la variedad de fresa «San Andreas» es particularmente apropiada para el cultivo en condiciones controladas, como en túneles, debido a su crecimiento relativamente rápido y neutral. Esta variedad muestra una fuerte afinidad por los productos

frescos, gracias al gran tamaño y la uniformidad de la fruta, y es apta para la industria agroalimentaria, en especial para los productos congelados. Los frutos suelen tener una piel roja uniforme y una pulpa clásica. Tienen una excelente vida útil y son muy firmes. Esta variedad ha demostrado una alta tolerancia a las enfermedades del suelo y de las hojas. Se trata de una variedad nueva que se está introduciendo en Chile (Albión), donde se han plantado 62 000 plantas por hectárea a una distancia de 27 cm.

## **V. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

### **5.1 Tipo de investigación**

El presente trabajo es de tipo evaluativo experimental, de manera que con las hipótesis de este trabajo se trata de demostrar que algunas características están determinadas por el efecto de fertilización orgánica e inorgánica en la producción de fresa, por lo tanto; pertenece al tipo Experimental – descriptivo.

### **5.2 Ubicación espacial**

La Unidad de Lombricultura del Centro de Investigación de Suelos y Fertilizantes (CISA) de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco albergó el campo de investigación.

### **5.3 Ubicación política**

Región	:	Cusco
Provincia	:	Cusco
Distrito	:	San Jerónimo
Localidad	:	Centro Agronómico K'ayra

### **5.4 Ubicación geográfica**

Altitud	:	3225 m.s.n.m.
Longitud	:	71°52'36.96'' Oeste
Latitud	:	13°33'37.56'' Sur

### **5.5 Ubicación hidrográfica**

Cuenca	:	Vilcanota
Subcuenca	:	Huatanay

Microcuenca : Huanacaure

## 5.6 Ubicación Temporal

Inicio : Diciembre del 2020 (enraizado de corona). Finalización :  
Junio del 2021 (cosecha).

## 5.7 Ubicación ecológica

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Holdridge, el Centro Agronómico Kayra corresponde a la zona de vida de bosque seco, montano sub-tropical, cuya simbología es bs-MBS.

## 5.8 Materiales y métodos

### 5.8.1 Materiales

#### 1. Materiales biológicos

- Fresa (*Fragaria ananassa Duch.*) Var. San Andreas

#### 2. Insumos agrícolas

- Urea 46% N
- Fosfato di amónico 18% y 46% de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- Cloruro de potasio 60% K<sub>2</sub>O
- Humus de lombriz

#### 3. Materiales de campo

- Etiquetas.
- Vasitos de plástico.
- Libreta de campo.

- Plástico agrofil.
- Malla rashell 60% de sombra.
- Tanque de agua 200 litros.
- Cintas de goteo.

#### **4. Herramientas**

- Cinta métrica
- Nivel de mano.
- Tijera.
- Alicate.

#### **5. Equipos**

- Cámara fotográfica.
- Balanza de precisión.
- Regla graduada (Vernier).
- Termómetro de ambiente.
- Calculadora.
- Laptop.
- Impresora.
- Equipos de laboratorio de análisis de suelo.
- Estufa.



## 5.8.2 Métodos

### 5.8.2.1 Diseño experimental

Se utilizó un diseño estadístico de Bloques Completamente Aleatorizados (DBCA), 4 repeticiones y 5 tratamientos y un total de 20 unidades experimentales.

*El Modelo Aditivo Lineal es la siguiente:*

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

**Donde:**

$Y_{ijk}$  = Valor de la variable respuesta, (por ejemplo, rendimiento de fresa, calidad del fruto, etc) en la unidad experimental k bajo el tipo de fertilizante i y nivel de fertilización j.

$\mu$  = Media global del rendimiento de las fresas en todas las unidades experimentales.

$\alpha_i$  = Efecto del tipo de fertilización i (donde i = 1 para orgánica y i = 2 para inorgánica).

$\beta_j$  = Efecto del nivel de fertilización j (donde j = 1 para bajo, j = 2 para medio y j = 3 para alto).

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental (residual), que se asume normalmente distribuido con media cero y varianza constante.

#### a. Factores de estudio

- 1) Fertilización inorgánica (100N-50P-100K)
- 2) Fertilización inorgánica (150N-50P-100K)
- 3) Humus de lombriz (3t/ha)
- 4) Humus de lombriz (6t/ha)

5) Sin abonamiento (Testigo)

## b. Tratamientos

**Tabla 5** *Combinación de tratamientos*

Nº Trat.	Descripción de tratamientos	Clave
1	Fertilización inorgánica (100N-50P-100K)	FI/NB FI/NA
2	Fertilización inorgánica (150N-50P-100K)	HL/DB HL/DAT
3	Humus de lombriz (3t/ha)	
4	Humus de lombriz (6t/ha)	
5	Sin abonamiento (Testigo)	

*Nota.* Elaboración propia.

### *Donde:*

FI/NB : Fertilización Inorgánica/Nivel Bajo en N

FI/NA : Fertilización Inorgánica/Nivel Alto en N

HL/DB : Humus de Lombriz/ Dosis baja

HL/DA : Humus de lombriz/ Dosis

Alta : Testigo (Sin Abonamiento)

## c. Variables e indicadores

### 1. Rendimiento

- Peso promedio del fruto fresco, en g/planta
- Número promedio de frutos por planta
- Número final de hijuelos/planta

## 2. Comportamiento agronómico:

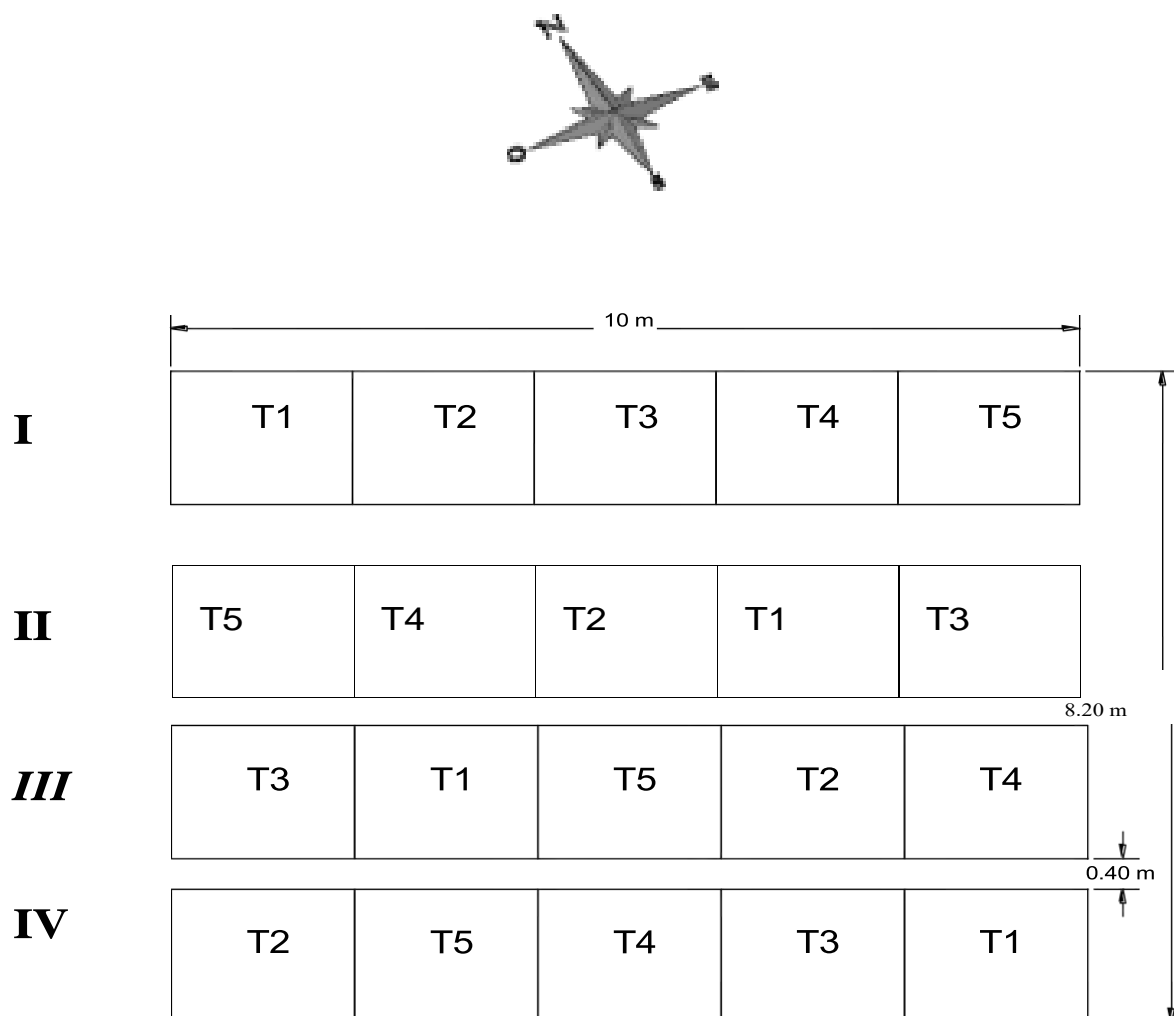
- Diámetro promedio del fruto, en cm.
- Altura final de la planta, en cm
- Longitud promedio del fruto, en cm

### 5.8.2.2 Características del campo experimental

#### Campo definitivo:

Largo	10.0 m
Ancho	8.20 m
Área total	82.00 m <sup>2</sup>
Número de (bloques)	04
Distanciamiento entre bloques	0.40 m
Número de parcelas o tratamientos por bloques	05
Distanciamiento entre plantas	30 cm
Número de plantas por tratamiento	15
Número de plantas a evaluarse	10
Número de plantas por experimento	300
Número de plantas por bloque	75
Número de plantas por tratamiento a evaluar	10

**Figura 1** *Distribución de parcelas experimentales*



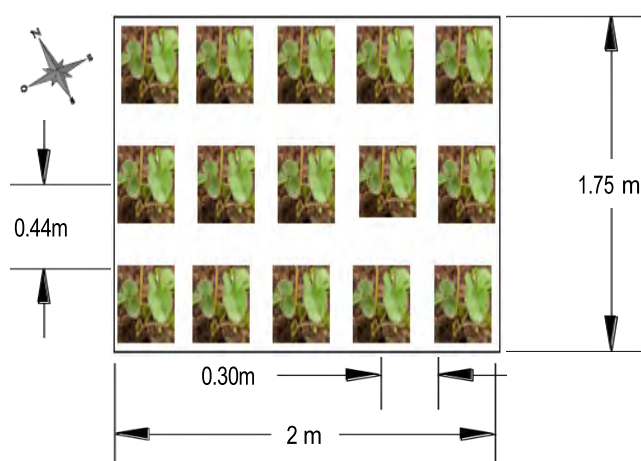
DISEÑO EXPERIMENTAL: DBCA BLOQUES: 4

TRATAMIENTOS: 5

DIMENSIONES DEL AREA EXPERIMENTAL:

Área Total: 82 m<sup>2</sup> Largo: 10m Ancho: 8.20m

### DIMENSIONES POR PARCELA:



Área Total: 3.5 m<sup>2</sup>

Largo: 2 m

Ancho: 1.75m

**Figura 2** Ubicación satelital del campo de investigación



*Nota.* Adaptado de Google Earth del año 2023.

### 5.8.2.3 Conducción del campo experimental

#### a. Construcción de fitotoldo

Para garantizar un crecimiento constante del cultivo, se construyó un fitotoldo con palos de eucalipto y se cubrió con plástico agrofil. Su armazón era de chapa ondulada de  $\frac{1}{2}$ " y  $\frac{3}{8}$ ", y tenía una altura de entre 2,50 y 3,50 metros. Las paredes laterales se cubrieron con malla rashel 60% productora de sombra y arpillera.

#### Manejo del cultivo

##### - Enraizado

Para la propagación de las plantitas, el enraizado de coronas divididas de fresa se instaló en vasitos de plástico descartables de un volumen de 100 cc con sustratos mezclados de tierra vegetal y turba. Cuando se plantaron estas coronas, el contenido de humedad del sustrato era máximo en el campo. Las plantitas fueron propagadas a partir de cormos extraídos del cultivo extensivo de fresas de la campaña agrícola 2019-2020, por un agricultor en la localidad de Quiquijana (provincia de Quispicanchis), esto en condiciones de campo abierto; de donde fueron traídas al Centro Agronómico K'ayra. Las obras finalizaron el 16 de diciembre de 2020.

**Figura 3** *Enraizado de plantones de fresas variedad San Andreas.*



##### - Preparación de camellones

Dentro del fitotoldo, en el piso se prepararon camellones o camas de sustrato suelo agrícola, y en cada camellón se separaron en pequeñas parcelas con tablas de madera forradas con plástico negro, de 25 cm de altura, a fin de que los abonos aplicados como tratamientos no lleguen a mezclarse.

**Figura 4** *Formación de camellones*



**- Incorporación de abonos**

En cada parcela se agregaron los abonos orgánicos e inorgánicos previamente calculados para cada tratamiento; luego de mezclaron el sustrato con sus respectivos abonos, cubriendo después con una tira larga de plástico de color blanco a lo largo de cada camellón, dando lugar a la técnica de acolchado en alto relieve. Posteriormente se agujerearon en el acolchado de plástico para el trasplante de una plantita de fresa por hoyo.



**Figura 5** *Incorporación de abonos orgánicos.*



**- Instalación de riego por goteo**

Al medio de cada hilera de plantas de fresa se colocaron cintas de goteo, las misma que fueron conectadas a un tubo matriz y este a su vez al tanque de agua ubicada en el exterior del fitotoldo a una altura de 4.00 m.

**Figura 6** *Instalación de riego con cintas de goteo.*



**- Trasplante**

Cuando en los vasitos de propagación, las coronas de fresa emergieron 3 a 4 hojitas primarias, además de presentar radículas desde 1 a 2 cm de largo; se procedió a retirar estas plantitas para trasplantar en los agujeros y hoyos preparados en los camellones acolchados.



*Actividad que se realizó el 20 de enero del 2020.*

**Figura 7** *Trasplante de plántulas de fresa al campo definitivo.*



**- Riego**

Inmediatamente después del trasplante y cada vez sea necesario el agua, se humedecerá mediante un regador manual; los siguientes riegos se realizarán por goteo, para lo que se abrirá la llave del tanque de agua diseñado para este fin.

**Figura 8** *Riego por goteo en el cultivo de fresa.*



**- Deshierbo**

Se utilizaron kituchis y pequeños punzones de palo para erradicar físicamente las malas hierbas del campo experimental.

**Figura 9** *Eliminando malezas del cultivo de fresa.*



**- Poda y limpieza de plantas**

Cuando se presentaron hojas de plantas de fresa secas, enfermas y flores mal formadas, estos se podaron con una tijera o cúter, a fin de inducir al mayor desarrollo de hojas y flores, así como para prevenir presencia de posibles plagas y enfermedades.

**Figura 10** *Poda de limpieza en la fresa.*



## **b. Evaluación de variables**

Se realizaron hasta cuatro cosechas en función de la madurez de los frutos; se evaluaron las variables que se enumeran a continuación. En este caso se tuvo en cuenta el estado fenológico de madurez comercial de los frutos de fresa. Para cada tratamiento, se eligieron diez plantas o frutos al azar y se determinaron las medias por planta utilizando las unidades de medida pertinentes.

La cosecha se realizó en 04 oportunidades, a partir del 15 mayo del 2020 al 15 de junio del mismo año; con un intervalo de una semana.

### **A. Rendimiento**

#### **✓ Peso promedio del fruto**

Los frutos de fresa se cortaron con tijeras por el peciolo, dejando el cáliz unido al fruto, cuando alcanzaron el estado fenológico de madurez comercial. El siguiente paso fue pesar cada cosecha en gramos utilizando una balanza de precisión. A continuación, se sumaron y promediaron las cuatro cosechas para tabularlas y realizar el análisis estadístico.

**Figura 11** *Tomando peso del fruto en una balanza.*





✓ **Promedio de número de frutos por planta**

Cada cosecha de frutos se registró contando la cantidad de frutos, y los datos se promediaron, tabularon y examinaron estadísticamente.

**Figura 12** *Tomando promedio del fruto por planta.*



✓ **Número final de hijuelos por planta**

También para esta variable y en la última cosecha se realizó el conteo del número total de hijuelos por planta formados. Estos datos sirvieron para tabular y analizar estadísticamente.

**Figura 13** *Contabilizando número de hijuelos por planta.*



## B. Comportamiento agronómico

### ✓ Diámetro promedio del fruto

Durante la recolección, se midió el diámetro de cada fruto en centímetros con un vernier, teniendo en cuenta la parte más ancha del fruto. A continuación, se determinó la media de las cuatro cosechas.

**Figura 14** *Midiendo el diámetro promedio del fruto.*



### ✓ Altura final de la planta

Con una regla graduada, se midió la altura de las plantas utilizadas en el análisis estadístico en la cosecha más reciente, desde la superficie del sustrato hasta el ápice de la hoja más larga.

**Figura 15** *Medición final de la altura de la planta.*



✓ **Longitud promedio del fruto**

Durante cada cosecha, se cortaron los frutos de cada planta sorteada y de los que se tomaron 10 frutos al azar, para tomar las medidas en centímetros respecto a la longitud del fruto; al final se promediaron y se utilizaron para tabular y analizar estadísticamente.

**Figura 16** *Medición de longitud del fruto.*



## VI. RESULTADOS

### A. Rendimiento

**Tabla 6** *Peso promedio del fruto por gr/planta en cultivo de fresa.*

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
Fertilización inorgánica (100N-50P-100K)	470.75	477.75	454.75	466.50	1869.75	467.44
Fertilización inorgánica (150N-50P-100K)	460.25	467.25	477.25	475.75	1880.50	470.13
Humus de lombriz (3 t/ha) (1.5N-39P-98K)	481.25	483.50	490.50	494.00	1949.25	487.31
Humus de lombriz (6 t/ha) (1.5N-39P-98K)	496.25	447.25	431.25	473.75	1848.50	462.13
Sin abonamiento (testigo)	431.50	443.25	464.75	446.75	1785.75	446.44
<b>Sumatoria</b>	<b>2340.00</b>	<b>2319.00</b>	<b>2318.50</b>	<b>2356.25</b>	<b>9333.75</b>	<b>466.69</b>

*Nota. Elaboración propia.*

Según la tabla 7 del ANVA, dado que no hay diferencias estadísticamente significativas en el peso medio de frutos entre bloques, las repeticiones se distribuyen por igual. Los resultados del análisis de datos para esta variable son fiables, como indica el coeficiente de variabilidad del 3,62%. No existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

**Tabla 7** Ordenamiento de peso promedio de frutos por gr/planta en cultivo de fresas.

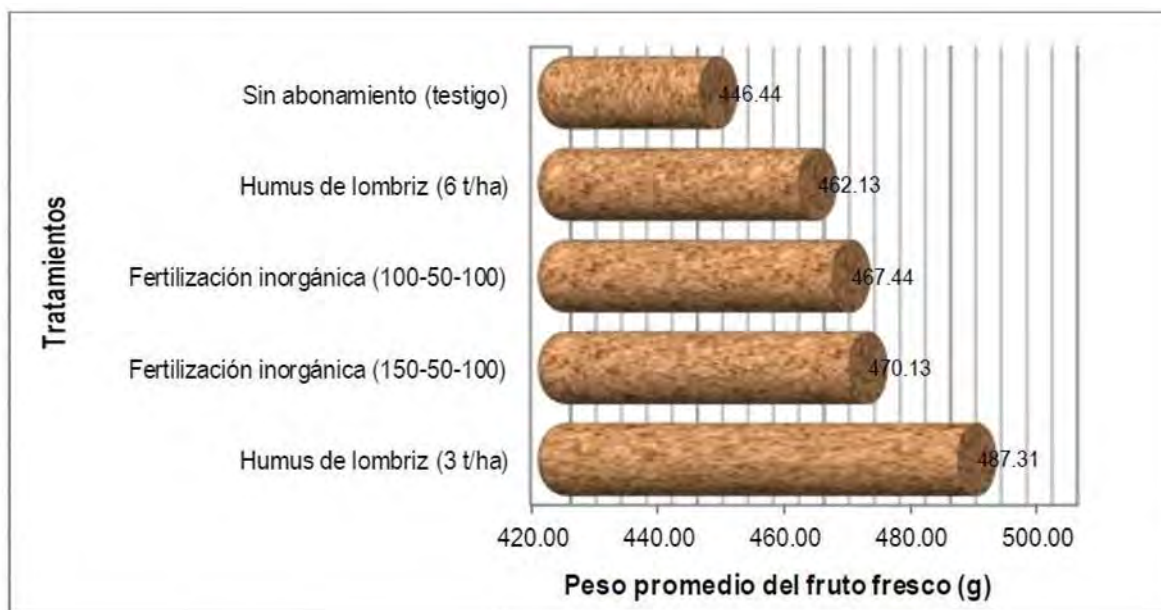
N° de orden	Tratamientos	Peso fruto fresco (gr/planta)
I	Humus de lombriz (3 t/ha) (1.5N-39P-98K)	487.31
II	Fertilización inorgánica (150N-50P-100K)	470.13
III	Fertilización inorgánica (100N-50P-100K)	467.44
IV	Humus de lombriz (6 t/ha) (1.5N-39P-98K)	462.13
V	Sin abonamiento (testigo)	446.44

*Nota. Elaboración propia.*

Según la tabla 18 de ordenamiento del peso promedio de frutos muestra que el Tratamiento Humus de Lombriz (3 t/ha) es aritméticamente superior a los demás tratamientos, con 487,31 gr/planta, mientras que el Tratamiento Control (446,44 gr/planta) ocupó el último lugar. Esto indica que, cuando se evaluó el peso medio de las cuatro cosechas realizadas durante el experimento, tanto los abonos orgánicos como los inorgánicos se comportaron de forma similar con respecto al peso del fruto. Esta ventaja puede atribuirse a la aplicación de humus de lombriz para el cultivo de la fresa en la dosis adecuada de 3 t/ha, que permitió que el suelo se mineralizara suficientemente y fuera capaz de aportar fertilidad física, química y biológica.

Sin embargo, Concha S. (2021), en su trabajo de investigación de tesis “RESPUESTA DEL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria x ananassa* D.) Var. San Andreas A LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y QUÍMICA EN CONDICIONES DE INVERNADERO” el peso promedio de los frutos por planta fue de 226.81 gramos/planta. El tratamiento con mayor peso fue T9, con 276.64 gramos/planta, mientras que el menor peso se registró en T1, con 177.53 gramos/planta.



**Figura 17** *Peso promedio de frutos por gr/planta en cultivo de fresa***Tabla 8** *Número promedio de frutos por planta en cultivo de fresa*

Tratamientos	Bloques				Total	Promed. De frutos/planta
	I	II	III	IV		
Fertilización inorgánica (100N-50P-100K)	2.51	2.350	2.400	2.400	9.662	2.416
	2					
Fertilización inorgánica (150N-50P-100K)	2.42	2.425	2.425	2.450	9.725	2.431
	5					
Humus de lombriz (3 t/ha) (1.5N-39P-98K)	2.25	2.275	2.400	2.450	9.375	2.344
	0					
Humus de lombriz (6 t/ha) (1.5N-39P-98K)	2.30	2.225	2.200	2.362	9.087	2.272
	0					
Sin abonamiento (testigo)	2.32	2.312	2.275	2.225	9.137	2.284
	5					
<b>Sumatoria</b>	<b>11.8</b>	<b>11.58</b>	<b>11.70</b>	<b>11.88</b>	<b>46.986</b>	<b>2.349</b>
	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>7</b>		

*Nota. Elaboración propia.*

Según la tabla 19 del ANVA, en cuanto a la cantidad media de frutos por planta, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los bloques, lo que hay una distribución homogénea de las repeticiones. El coeficiente de variabilidad de 2,87% indica que los datos analizados para el tratamiento de esta variable muestran fiabilidad en sus resultados. Existe una diferencia significativa entre los tratamientos, con una probabilidad del 5%.

$$ALS5\% = 0.152$$

**Tabla 9** Prueba Tukey para número promedio de frutos por planta en cultivo de fresa.

N° de orden	Tratamientos	N° prom. Frutos/planta	Significación de Tukey	
			5%	
I	Fertilización inorgánica (150N-50P-100K)	2.431	a	
II	Fertilización inorgánica (100N-50P-100K)	2.416	a	b
III	Humus de lombriz (3t/ha) (1.5N-39P-98K)	2.344	a	b
IV	Sin abonamiento (testigo)	2.284	a	b
V	Humus de lombriz (6t/ha) (1.5N-39P-98K)	2.272	b	

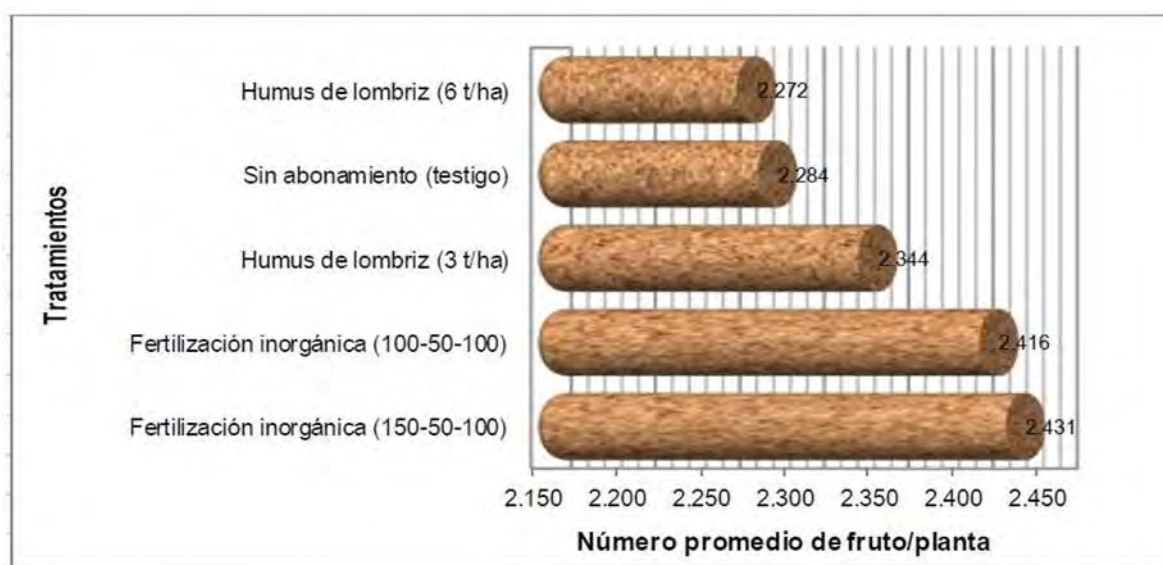
*Nota. Elaboración propia.*

Según la tabla Nro. 11, el tratamiento con fertilización inorgánica (150N-50P- 100K), con 2.431 frutos/planta, es superior y comparable a los tratamientos con fertilización inorgánica (100N-50P-100K), humus de lombriz (3 t/ha) y sin fertilización (testigo), según la prueba de Tukey para el número promedio de frutos; el tratamiento con humus de lombriz (6 t/ha), por su parte, ocupó el último lugar con 2.272 frutos/planta; lo que quiere decir que tanto, los abonamientos orgánicos e inorgánicos se comportaron de manera similar respecto al número de frutos, cuando se evaluaron el número promedio en las 4 cosechas realizadas durante el periodo del experimento. Esta superioridad se debe a que tanto los niveles de abonos inorgánicos y

dosis de orgánicos, no tuvieron influencia significativa en el número de frutos, debido a la no disponibilidad inmediata de sus elementos químicos en las características genéticas de la variedad “San Andreas”.

Sin embargo, Concha S. (2021), en su trabajo de investigación de tesis “RESPUESTA DEL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria x ananassa* D.) Var. San Andreas A LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y QUÍMICA EN CONDICIONES DE INVERNADERO” presume que hay diferencias entre los tratamientos en relación a la materia orgánica y la nutrición foliar. Los tratamientos T9, T8 y T7 lograron los mejores resultados en cantidad de frutos por planta, con valores similares de aproximadamente 9.10, 8.65 y 8.60. En cambio, los tratamientos T1 y T2 tuvieron los menores resultados, con alrededor de 7.05 y 6.65 frutos por planta.

**Figura 18** *Números promedio de frutos por planta en cultivo de fresa*



**Tabla 10** *Número final de hijuelos por planta en cultivo de fresa*

Tratamientos	Bloques				Total	Promed.
	I	II	III	IV		
Fertilización inorgánica (100N-50P-100K)	15.00	11.00	15.00	14.00	55.00	13.75
Fertilización inorgánica (150N-50P-100K)	14.00	16.00	15.00	15.00	60.00	15.00
Humus de lombriz (3 t/ha) (1.5N-39P-98K)	16.00	16.00	15.00	15.00	62.00	15.50
Humus de lombriz (6 t/ha) (1.5N-39P-98K)	15.00	15.00	16.00	16.00	62.00	15.50
Sin abonamiento (testigo)	15.00	16.00	15.00	16.00	62.00	15.50
<b>Sumatoria</b>	<b>75.00</b>	<b>74.00</b>	<b>76.00</b>	<b>76.00</b>	<b>301.00</b>	<b>15.05</b>

*Nota. Elaboración propia.*

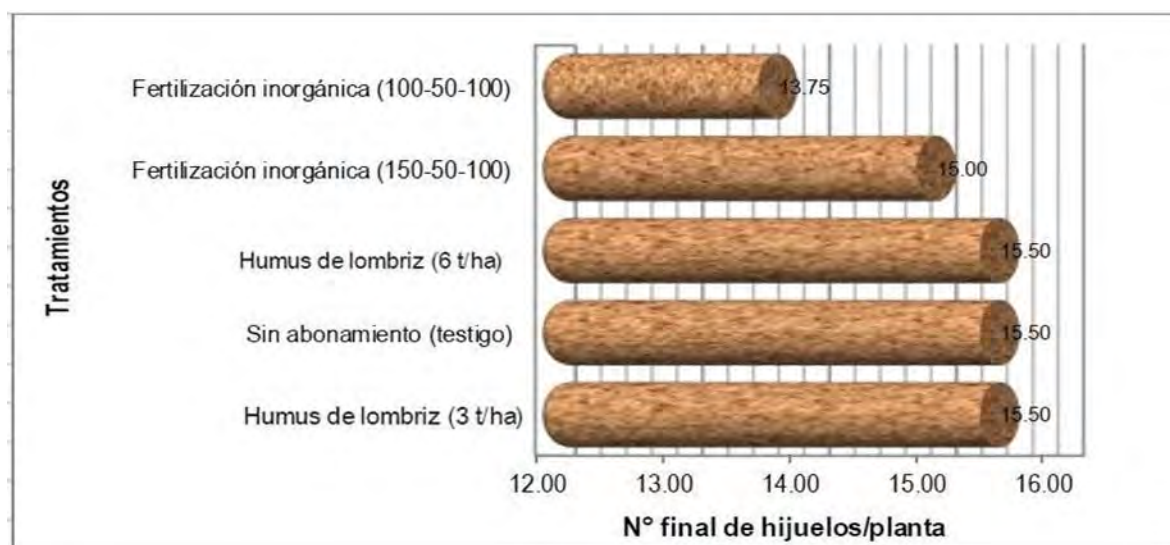
Según la tabla 20 del ANVA, el número final de hijuelos por planta no varía de forma estadísticamente significativa entre bloques, lo que indica una distribución homogénea de los duplicados. El análisis de los datos para este tratamiento variable produce fiabilidad, como indica el coeficiente de variabilidad de 7,48%. No hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

**Tabla 11** Ordenamiento para número de hijuelos por planta en cultivo de fresa.

N° de orden	Tratamientos	N°final de hijuelos/ planta
I	Humus de lombriz (3 t/ha) (1.5N-39P-98K)	15.50
II	Sin abonamiento (testigo)	15.50
III	Humus de lombriz (6 t/ha) (1.5N-39P-98K)	15.50
IV	Fertilización inorgánica (150N-50P-100K)	15.00
V	Fertilización inorgánica (100N-50P-100K)	13.75

*Nota. Elaboración propia.*

Según la tabla 14, que presenta el ordenamiento del número final de hijuelos por planta, indica que el tratamiento con humus de lombriz (3 t/ha) presenta 15,50 hijuelos/planta, aritméticamente superior a los demás tratamientos. Por el contrario, el tratamiento de fertilización inorgánica (100N-50P-100K) ocupa el último lugar con 13,75 hijuelos/planta; lo que quiere decir que tanto, los abonamientos orgánicos e inorgánicos se comportaron de manera similar respecto al número de hijuelos por planta, todo ello cuando se evaluaron el número final de las 4 cosechas realizadas durante el periodo del experimento. Esta similitud, se debe a la falta de disponibilidad inmediata de los nutrientes tanto del humus de lombriz, así como de la fertilización inorgánica, todos ellos por no disponer de humedad constante durante la conducción del cultivo.

**Figura 19** Número final de hijuelos por planta en cultivo de fresa**Tabla 12** Diámetro promedio del fruto(cm) en cultivo de fresa

Tratamientos	Bloques				Total	Promed.
	I	II	III	IV		
Fertilización inorgánica (100N-50P-100K)	8.87	8.65	8.67	8.65	34.84	8.71
Fertilización inorgánica (150N-50P-100K)	8.40	8.71	9.04	8.51	34.66	8.67
Humus de lombriz (3 t/ha) (1.5N-39P-98K)	9.38	8.46	9.34	8.74	35.92	8.98
Humus de lombriz (6 t/ha) (1.5N-39P-98K)	8.41	8.33	7.87	8.36	32.97	8.24
Sin abonamiento (testigo)	8.35	8.15	8.36	8.16	33.02	8.26
<b>Sumatoria</b>	<b>43.41</b>	<b>42.30</b>	<b>43.28</b>	<b>42.42</b>	<b>171.41</b>	<b>8.57</b>

*Nota. Elaboración propia.*

Según la tabla 21 del ANVA, el diámetro de los frutos no varía de forma estadísticamente significativa entre bloques, lo que indica una distribución homogénea de las

repeticiones. Los datos analizados para el tratamiento de esta variable arrojan resultados fiables, como indica el coeficiente de variabilidad del 3,23%. Existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos con una probabilidad del 5%.

$$ALS5\% = 0.624$$

**Tabla 13** Prueba Tukey para Diámetro promedio del fruto (cm) en cultivo de fresa.

N° de orden	Tratamientos	Diámetro promedio del fruto (cm)	Significación de Tukey	
			5%	
I	Humus de lombriz (3t/ha) (1.5N-39P-98K)	8.98	a	
II	Fertilización inorgánica (100N-50P-100K)	8.71	a	b
III	Fertilización inorgánica (150N-50P-100K)	8.67	a	b
IV	Sin abonamiento (testigo)	8.26	b	
V	Humus de lombriz (6t/ha) (1.5N-39P-98K)	8.24	b	

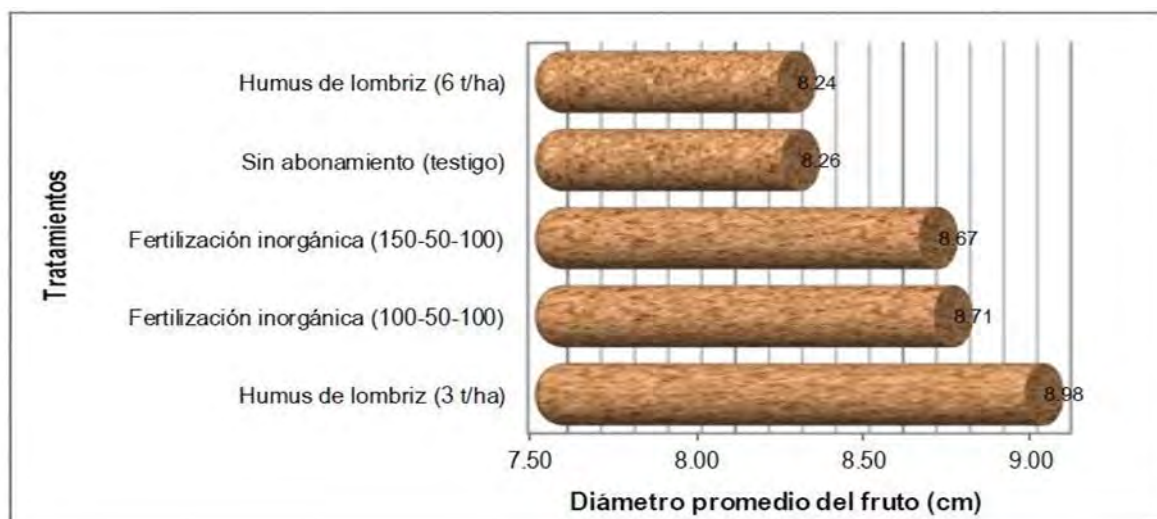
*Nota. Elaboración propia.*

Según la tabla Nro. 18, Los tratamientos con humus de lombriz (3 t/ha) y fertilización inorgánica (100N-50P-100K) y 8,98 y 8,71 cm, respectivamente, son superiores y comparables a los tratamientos con humus de lombriz y fertilización inorgánica de la prueba de Tukey para el diámetro medio del fruto. Los tratamientos sin fertilización (control) y humus de lombriz (6 t/ha) con 8,26 y 8,24 cm respectivamente, ocuparon los últimos lugares. Esta superioridad se debe a los componentes potasio y fósforo presentes en el humus de lombriz y en abono químico; sin embargo, no se observa la influencia del elemento nitrógeno ni de una humedad insuficiente durante el crecimiento del cultivo.

En tanto Llalla, M. (2021) en su trabajo de tesis “EFECTO DE CUATRO ABONOS ORGÁNICOS Y UN QUÍMICO EN LA PRODUCCIÓN DE FRUTO DE FRESA (*Fragaria x ananassa* Duch.) VARIEDAD AROMA, BAJO CONDICIONES DE FITOTOLDO EN EL

CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA – CUSCO". Alcanzó similares resultados para diámetro del fruto (cm) donde el tratamiento T-2 abono orgánico (Sapankari) con 5.68 cm fue superior con un 95% de confianza.

**Figura 20** *Diámetro promedio del fruto (cm) en cultivo de fresa.*



**Tabla 14** *Altura final de la planta (cm) en cultivo de fresa.*

Tratamientos	Bloques				Total	Promed.
	I	II	III	IV		
Fertilización inorgánica (100N-50P-100K)	18.00	20.00	20.00	20.00	78.00	19.50
Fertilización inorgánica (150N-50P-100K)	18.00	20.00	18.00	18.00	74.00	18.50
Humus de lombriz (3 t/ha) (1.5N-39P-98K)	19.00	18.00	20.00	20.00	77.00	19.25
Humus de lombriz (6 t/ha) (1.5N-39P-98K)	19.00	20.00	18.00	20.00	77.00	19.25
Sin abonamiento (testigo)	20.00	18.00	20.00	18.00	76.00	19.00
<b>Sumatoria</b>	<b>94.00</b>	<b>96.00</b>	<b>96.00</b>	<b>96.00</b>	<b>382.00</b>	<b>19.10</b>

*Nota. Elaboración propia.*



Según la tabla 22 del ANVA, para la altura final de la planta no difiere de forma estadísticamente significativa entre bloques, lo que sugiere que las repeticiones se distribuyen uniformemente.

Los resultados son fiables, como lo demuestra el coeficiente de variabilidad del 5,83% de los datos examinados para el tratamiento de esta variable. Entre tratamientos, no hay diferencias estadísticamente significativas.

**Tabla 15** *Ordenamiento para altura final de la planta (cm) en cultivo.*

N° de orden	Tratamientos	Altura de la planta (cm)
I	Fertilización inorgánica (100N-50P-100K)	19.50
II	Humus de lombriz (3 t/ha) (1.5N-39P-98K)	19.25
III	Humus de lombriz (6 t/ha) (1.5N-39P-98K)	19.25
IV	Sin abonamiento (testigo)	19.00
V	Fertilización inorgánica (150N-50P-100K)	18.50

*Nota. Elaboración propia.*

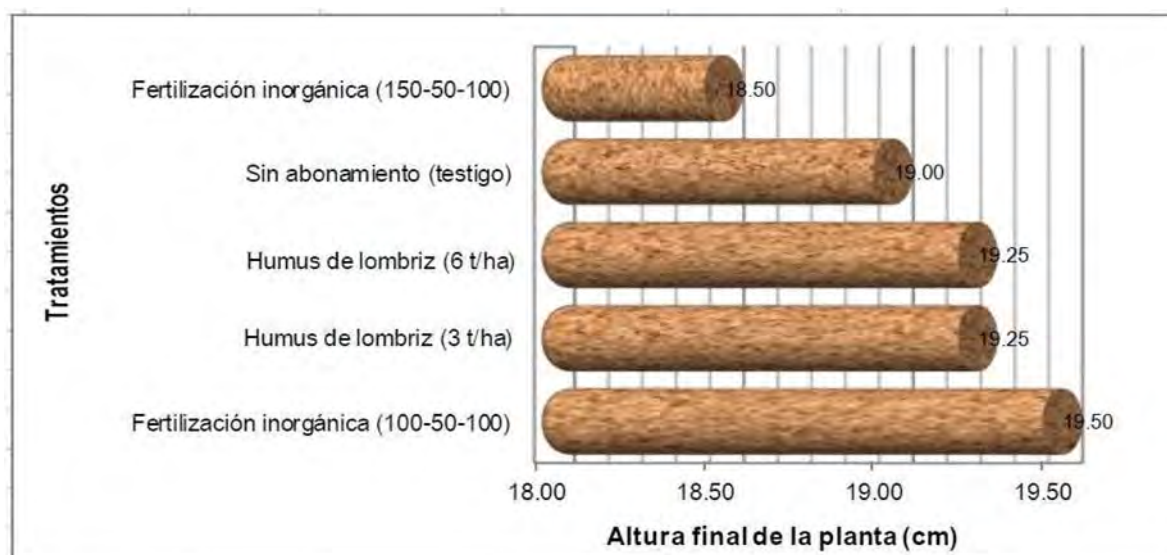
Según la tabla Nro 21, el tratamiento de fertilización inorgánica (100N-50P-100K) con 19,50 cm es aritméticamente superior a los demás tratamientos, sin embargo, el tratamiento de fertilización inorgánica (150N-50P-100K) con 18,50 cm quedó en último lugar. Esto se desprende de la disposición final de la planta.

Esta superioridad puede atribuirse a dos factores: la ausencia de humedad constante en el suelo durante todo el periodo vegetativo y la presencia en el abono de elementos como el potasio y el fosfato, pero no de nitrógeno.

En tanto, Concha S. (2021), en su trabajo de investigación de tesis “RESPUESTA DEL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria x ananassa* D.) Var. San Andreas A LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y QUÍMICA EN CONDICIONES DE INVERNADERO” se confirmó que hay diferencias entre los tratamientos en cuanto a la altura de las plantas, considerando la

interacción entre materia orgánica y nutrición foliar. El tratamiento T9 tuvo la mayor altura, con 20.20 cm, seguido por T8 y T7 obtuvieron 19.83 y 19.04 cm. Por otro lado, el tratamiento testigo tuvo la menor altura, con 16.33 cm.

**Figura 21** *Altura final de la planta (cm) en cultivo de fresa.*



**Tabla 16** *Longitud promedio del fruto (cm) en cultivo de fresa.*

Tratamientos	Bloques				Total	Prome d.
	I	II	III	IV		
Fertilización inorgánica (100N-50P-100K)	10.35	9.74	10.05	9.82	39.96	9.99
Fertilización inorgánica (150N-50P-100K)	9.91	10.40	10.40	10.19	40.90	10.23
Humus de lombriz (3 t/ha) (1.5N-39P-98K)	10.49	9.94	10.73	10.38	41.54	10.39
Humus de lombriz (6 t/ha) (1.5N-39P-98K)	11.19	10.23	10.02	10.54	41.98	10.50
Sin abonamiento (testigo)	9.18	9.59	9.76	9.29	37.82	9.46

<b>Sumatoria</b>	<b>51.12</b>	<b>49.90</b>	<b>50.96</b>	<b>50.22</b>	<b>202.2</b>	<b>10.11</b>
------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

*Nota. Elaboración propia.*

Según la tabla 23 del ANVA, la longitud promedio de los frutos no difiere de forma estadísticamente significativa entre bloques, lo que indica una distribución 1 homogénea de los duplicados. Los resultados se consideran creíbles por el coeficiente de variabilidad del 3,50% de los datos analizados para el tratamiento de esta variable. Existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos con una probabilidad del 1%.

$$ALS_{5\%} = 0.798 \quad ALS_{1\%} = 1.034$$

**Tabla 17** Prueba Tukey para longitud promedio del fruto (cm) en el cultivo de fresa.

N° de orden	Tratamientos	Longitud promedio fruto (cm)	Significación de Tukey			
			5%		1%	
I	Humus de lombriz (6t/ha) (1.5N-39P-98K)	10.50	a		a	
II	Humus de lombriz (3t/ha) (1.5N-39P-98K)	10.39	a	a	b	
III	Fertilización inorgánica (150N-50P-100K)	10.23	a	b	a	b
IV	Fertilización inorgánica (100N-50P-100K)	9.99	a	b	a	b
V	Sin abonamiento (testigo)	9.46	b		b	

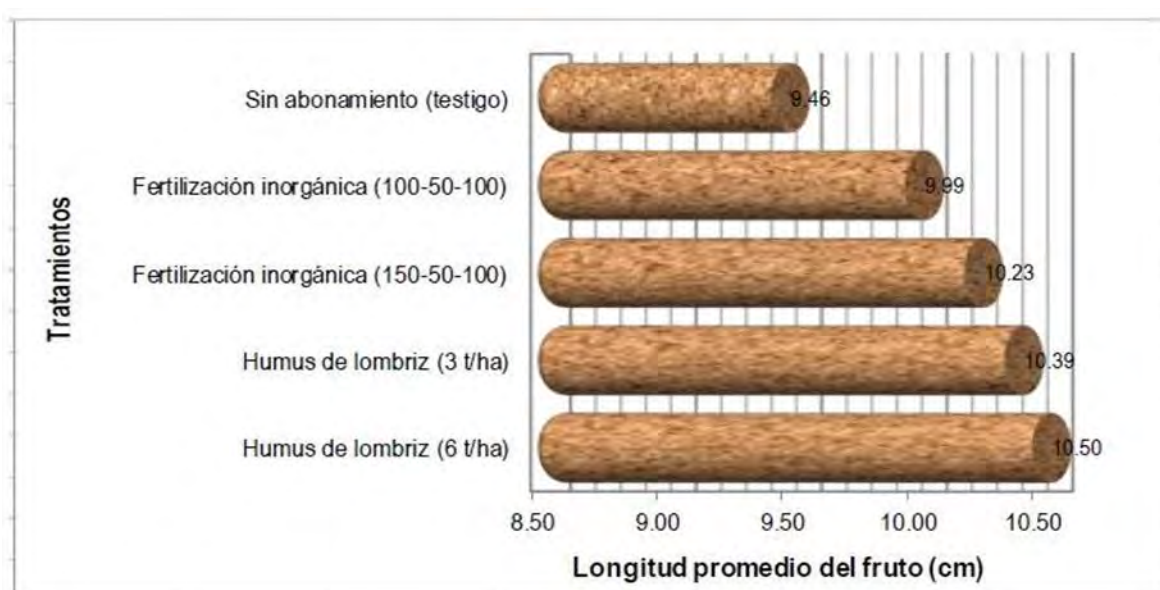
*Nota. Elaboración propia.*

Según la tabla Nro 24, el tratamiento humus de lombriz (6 t/ha) con 10,50 cm es superior y similar a los tratamientos humus de lombriz (3 t/ha), fertilización inorgánica (150N-50P- 100K) y fertilización inorgánica (100N-50P-100K) con 10,39, 10,23 y 9,99 cm,

respectivamente, según la prueba de Tukey para la longitud promedio del fruto.

Con 9,46 cm, el tratamiento sin fertilización (testigo) ocupó el último lugar. Las propiedades químicas del humus de lombriz, como su contenido de nitrógeno accesible en la longitud variable del fruto de la variedad "San Andreas" cuando se administra a una dosis mayor (6 t/ha), son la causa de esta superioridad.

**Figura 22** Longitud promedio del fruto (cm) en cultivo de fresa.



## **VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En la presente investigación, el uso de humus de lombriz a una dosis de 3 toneladas por hectárea se ha demostrado como una alternativa superior a los fertilizantes inorgánicos convencionales en la producción de fresas (*Fragaria ananassa* Duch). Este tratamiento resultó en un diámetro medio de los frutos de 8,98 cm, superando los diámetros obtenidos con las aplicaciones inorgánicas (100N-50P-100K y 150N-50P- 100K) y el testigo sin fertilización. Estos hallazgos son consistentes con los resultados de Caviedes et al. (2015), quien informa un incremento significativo del 36,46% en el rendimiento total al utilizar humus de lombriz en frutillas, aunque sin diferencias notables en diámetro y longitud de los frutos. Esta diferencia en resultados puede atribuirse a variaciones en los parámetros de aplicación y condiciones experimentales. Ambos estudios resaltan el potencial del humus de lombriz como una alternativa sostenible a los fertilizantes inorgánicos, destacando su capacidad para mejorar la productividad y la calidad del cultivo.

## VIII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

### 8.1 conclusiones

#### A. Rendimiento

El peso promedio del tratamiento con humus de lombriz (3 t/ha) fue de 487,31 gr/planta, aritméticamente superior al de los demás tratamientos. Con 446,44 gr/planta, el tratamiento sin fertilización (testigo) obtuvo el resultado más bajo. El tratamiento con fertilización inorgánica (150N-50P-100K) presenta el mayor número promedio de frutos (2.431 frutos/planta), comparable a los tratamientos con fertilización inorgánica (100N- 50P-100K), humus de lombriz (3 t/ha) y sin fertilización (testigo). Con 2.272 frutos por planta, el tratamiento con humus de lombriz (6 t/ha) fue el menos exitoso. El tratamiento con humus de lombriz (3 t/ha) superó aritméticamente a los demás tratamientos en términos de hijuelos por planta, mientras que el tratamiento con fertilización inorgánica (100N-50P-100K) quedó en último lugar con 13,75 hijuelos por planta.

#### B. Comportamiento agronómico

El humus de lombriz (3 t/ha) es el mejor tratamiento en términos de diámetro medio del fruto, con 8,98 cm, comparable a los tratamientos de fertilización inorgánica (100N-50P-100K) y (150N-50P-100K) (8,71 y 8,67 cm, respectivamente). Los tratamientos menos eficaces fueron el testigo y el humus de lombriz (6 t/ha), con 8,26 y 8,24 cm, respectivamente. Con una altura final de 19,50 cm, el tratamiento de fertilización inorgánica (100N-50P-100K) supera aritméticamente a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento de fertilización inorgánica (150N-50P-100K) queda en último lugar con 18,50 cm. En longitud promedio de fruto, el tratamiento Humus de lombriz (6 t/ha) con 10.50 cm es superior y similar a los tratamientos Humus de lombriz (3 t/ha), fertilización inorgánica (150N-50P-100K) y fertilización inorgánica (100N-50P-100K) con 10.39, 10.23 y 9.99 cm respectivamente, mientras que el tratamiento Sin abonamiento (testigo) con 9.46 cm ocupó el último lugar.

## 8.2 Sugerencias

- Cuando se realiza experimentos con abonamientos orgánicos y/o inorgánicos, se debe asegurar la disponibilidad de agua, a fin de mantener el suelo con una constante humedad a capacidad de campo.
- Realizar experimentos incluyendo factores como humedad y temperatura del ambiente dentro del fitotoldo.
- Recomendar a nivel de agricultores el uso de abonos orgánicos descompuestos, aplicando durante la preparación del suelo.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- ARRIAGADA, I. (2005). El capital social en la suspensión de la pobreza Santiago. Edición Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- AVITIA–García, E; Pineda, J; Castillo-Gonzales, A. M; Trejo-Tellez, L. Corona –  
Torres, T; & Cervantes-Urban, E. (2024). Extracción Nutrimental en fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 5(mayo), 519-524.
- BACA, C. (2010). “Manual técnico de riego presurizado”.
- BENAVIDES, A. N; Cisne, J. D; Moran, J.C; & Duarte, H.A. (2022). Producción orgánica de la fresa (*Fragaria* spp.), Las sabanas, Madriz, Nicaragua. In Dirección de Investigación, Extensión y Postgrado (DIEP), Universidad Nacional Agraria. (Vol 31).<https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/4573>.
- BIANCHI, P.G. (2018). Guía completa del cultivo de las FRESAS. (VECCHI.S.A)<https://books.google.com.ec/books?id=AA9dDwAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>.
- BOLDA, M. (2015). Producción de fresa para los agricultores de la costa central. In Resuorce (vol. 1). <https://cesantabarbara.ucanr.edu/files/228580.pdf>.
- BRAZANTI, E. (1989); La fresa. Edit. Mundi Prensa Madrid. España.
- CHIQUI, F. A; & Lema, M. L. (2010). Evaluación del rendimiento en el cultivo de fresa (*fragaria* sp) variedad oso grande, bajo invernadero mediante dos tipos de fertilización (orgánica y química) en la parroquia Octavio Cordero Palacios, Cantón Cuenca (FRUTICULTURA FRESAS-SIEMBRA COSECHAS-RENDIMIENTO FERTILIZANTES ORGANICOS CULTIVO EN INVERNADERO).<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4745>.
- CONCHA, S. (2021). Trabajo de investigación de tesis “RESPUESTA DEL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria x ananassa* D.) Var. San Andreas A LA FERTILIZACIÓN



ORGÁNICA Y QUÍMICA EN CONDICIONES DE INVERNADERO.  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA.”

- DA COSTA, R. C; Calvete, E. O; Spengler, N. C. L; Chiomento, J. L. T; Trentin, N. D. S; & de Paula, J.E.C. (2021). Morpho-photoperiodic flowering responses. *Acta Scientiarum-Agronomy*, 43 (pag. 1-11).
- DEVELI, E.A; YAVUZ. A; & Erdogan, U. (2021). Efectos de la aplicación de vermicompost en el rendimiento y la calidad de la variedad de fresa San Andreas (*Fragaria x ananassa* Duch). *Turjaf*, 9 (pag. 2641-2648)
- DOMINGUEZ, A. (1996). *Fertirrigación*. 2da Edición. Editorial Mundi-Prensa. Impreso en España.
- FAJARDO S. (2014). *Manual técnico del cultivo de fresa bajo buenas prácticas agrícolas*, pag. 112.
- FRANCESANGELI, & MITIDIERI. (2006). *el invernadero hortícola estructura y manejo*. 2 Edición.
- FRIDELL, S; & Svanberg, I. (2024). On the etymology of strawberry. *Studia Neophilologica*, (pag.1-8).
- GEJAÑO, E. (2016). Efecto de abonos orgánicos e inorgánicos en la producción del cultivo de zapallito italiano (*Cucurbita pepo* L. var. Zucchini) en condiciones de Fitotoldo de K'ayra-cusco. (Universidad Nacional de san Antonio Abad del Cusco).
- GRUPO DESARROLLO RURAL, B. Nalón. (2015). *Guía práctica: Orientaciones para el cultivo de fresa*.
- IICA. (2017). *Manual de buenas prácticas agrícolas y de producción para el cultivo de la fresa*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, I. (2017). *Manual de buenas Agrícolas y de la Producción para el Cultivo de la Fresa* (L.F.

Fonseca                      Vasco                      (edit.)                      GII                      Sans).

<https://sioc.minagricultura.gov.co/Fresa/Normatividad/8>.

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE COALCOMAN, I. (2018). Manual de la producción de la fresa en Coalcoman Michoacan. Tecnológico Nacional de México, (Pag. 1-53).

INTAGRI, (2023). Los abonos orgánicos beneficios, tipos y contenidos nutrimentales.

JUSCAFRESA B. (1997). Como cultivar la fresa y fresones y tomates. Edit. AEDOS. Barcelona-España.

KILIC, N; BURGUT, A; GUNDESLI, M. A; NOGAY, G; ERCISLI, S; KAFKAS, N. E; EKIERT, H; ELANSARY, H.O; & SZOPA, A. (2021). Efecto de los fertilizantes orgánicos, inorgánicos y sus combinaciones sobre los parámetros de calidad del fruto de la fresa. Horticulturae 7(10), (pag.1-<https://doi.org/10.3390/horticulturae7100354>).

LLALLA, M. (2021). Efecto de cuatro abonos orgánicos y un químico en la producción de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) variedad aroma, bajo condiciones de fitotoldo en el centro agronómico k'ayra-cusco. (UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO).

LOPEZ, R. (2004); La función de los micro elementos en la nutrición. El hierro. Cali, Colombia.

MAPA, (s.f.). Riego localizado. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España.

MENA, L; SARMIENTO, G; & Camargo, P. (2017). Impacto del abonamiento integral en el rendimiento y calidad de fresa (*fragaria x ananassa* Duch.) cv. Selva bajo sistema de riego por goteo y cobertura plástica. Scientia Agropecuaria, 8(4); pag. 357-366.

MINISTERIO DE AGRICULTURA. (2008a). Estudio de la fresa en el Perú y el mundo. <file:///C:/Users/HP/Downloads/estudiofresa.pdf>

MINISTERIO DE AGRICULTURA. (2008b). Estudio de la fresa en el Perú y el mundo.

- MOLOȘAG, A; Pârvulescu, O. C., Ion, V. A., Asănică, A. C., Soane, R., Moț, A., Dobrin, A., Frîncu, M., Løes, A. K., Cabell, J., Salifoglou, A., Maroulis, M., Matsia, S., Bujor, O. C., Egri, D., Dobre, T., Bădulescu, L. A., & Lagunosvchi-Luchian, V. (2023). Efecto de los fertilizantes derivados de residuos marinos en el crecimiento de la fresa, el contenido de nutrientes, el rendimiento y la calidad de la fruta. *Agronomy* 13(5).
- MORALES, C; Riquelme, J; Hirzel, J; France, A; Pedreros, A; Uribe, H; & Abarca, P. (2017). Manual de manejo agronómico de la frutilla (pag. 102).
- OLIVERA, J. (2012) Cultivo de fresa. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Edición Programa Nacional de Medios y Comunicación -INIA.
- PACHECO, M. (2017). Fertilización química y orgánica en cultivo de fresa variedad Oso Negro (*Fragaria* sp.) bajo sistema de acolchado plástico en el centro agronómico de kayra-cusco (Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- ROMERO, C.O; Ocampo, J; Sandoval, E; & Tobar, J.R. (2012). Fertilización orgánica y mineral en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) bajo condiciones de invernadero, *Ra Ximhai*, 8, (pag. 41-49).
- SEGURA, N.R. (2022). Evaluación del efecto de 05 sustratos y solución nutritiva en el cultivo de fresa (*fragaria vesca* variedad camino real) con el uso de acolchado en el centro agronomico de K'ayra, Cusco. UNSAAC, <http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/5181/253T20201002.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- TUNQUI, L. (2019). Efectos de soluciones nutritivas en la producción de ajo (*Allium sativum* L.) en el centro agronómico K'ayra - Cusco. [https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6603/253T20190938\\_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6603/253T20190938_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- TUPAYACHI HUAYHUA, G. (2021). Efecto de cuatro dosis de humus de lombriz y dos dosis

de soluciones nutritivas en producción de col de Bruselas (*Brassica oleracea* L. Var. *Gemmifera*) en centro agronómico K'AYRA - CUSCO. In Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (Vol. 9).

USDA, U.S.D. OF A. (2024). Clasificación de la fresa.  
<https://plants.usda.gov/home/plantProfile?symbol=FRAGA>

VILLAGRÁN, V. (2015). Variedades de frutilla. *Scientia Horticulturae*.  
<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR39086.pdf> {Bibliography.

## **ANEXOS**

## ANEXO 01: RESULTADO DE ANÁLISIS DE SUELO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y ABONOS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS

**TIPO DE ANÁLISIS** : Fertilidad y Mecánico.

**PROCEDENCIA MUESTRA** : Centro Agronómico K'ayra - Cusco.

**SOLICITANTE** : **ARMANDO PUMA HUAMÁN**

### ANÁLISIS DE FERTILIDAD:

Nº	CLAVE	C.E. mmhos/cm	pH	M.O. %	N Total %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm	K <sub>2</sub> O ppm
01	Suelo Agrícola	0.20	6.90	1.30	0.065	12.00	45

### ANÁLISIS MECÁNICO:

Nº	CLAVE	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	CLASE TEXTURAL
01	Suelo Agrícola	42	21	37	FRANCO ARCILLOSO

Cusco, 15 de diciembre del 2020.

  
 Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
 FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA  
 Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA)  
 Mgt. Arcadio Calderón Choquechambi  
 DIRECTOR



**ANEXO 02: RESULTADO DE ANÁLISIS DE HUMUS DE LOMBRIZ****UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO****FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS****CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y ABONOS****LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS**

**TIPO DE ANÁLISIS** : Fertilidad.

**PROCEDENCIA MUESTRA** : Centro Agronómico K'ayra - Cusco.

**SOLICITANTE** : **ARMANDO PUMA HUAMÁN**

**ANÁLISIS DE FERTILIDAD:**

Nº	CLAVE	C.E. mmhos/cm	pH	M.O. %	N Total %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm	K <sub>2</sub> O ppm
01	Humus de lombriz	0.21	7.10	21.00	1.05	39.00	98

Cusco, 15 de diciembre del 2020.

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA**  
 Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA)

*Arcadio Calderón Choquechambi*  
**Ing. Agr. Arcadio Calderón Choquechambi**  
**DIRECTOR**



### ANEXO 03: TABLA DE ANVAS

**Tabla 18** ANVA para peso promedio de frutos por gr/planta en el cultivo de fresa.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	199.0094	66.3365	0.2329	0.0700	0.0230	NS. NS.
Tratamiento	4	3474.5938	868.6484	3.0502	3.2600	5.4100	NS. NS.
Error	12	3417.3812	284.7818				
Total	19	7090.9844	CV=3.62%				

*Nota. Elaboración propia.*

**Tabla 19** ANVA Número promedio de frutos por planta en cultivo de fresa.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.10033	0.00344	0.7580	0.0700	0.0230	NS. NS.
Tratamiento	4	0.08550	0.02137	4.7065	3.2600	5.4100	* NS.
Error	12	0.05450	0.00454				
Total	19	0.15032	CV=2.87%				

*Nota. Elaboración propia.*

**Tabla 20** ANVA para número final de hijuelos por planta en cultivo de fresa.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.55000	0.18333	0.1447	0.0700	0.0230	NS. NS.
Tratamiento	4	9.20000	2.30000	1.8158	3.2600	5.4100	NS. NS.
Error	12	15.20000	1.26667				
Total	19	24.95000	CV=7.48%				

*Nota. Elaboración propia.*

**Tabla 21** ANVA para diámetro promedio del fruto (cm) en cultivo de fresa.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft	Signif.
----------	----	----	----	----	----	---------

					5%	1%	
Bloques	3	0.19718	0.06573	0.8572	0.0700	0.0230	NS. NS.
Tratamiento	4	1.61282	0.40320	5.2586	3.2600	5.4100	* NS.
Error	12	0.92010	0.07667				
Total	19	2.73009	CV=3.23%				

*Nota. Elaboración propia.*

**Tabla 22** ANVA para altura final de la planta (cm) en cultivo de fresa.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.60000	0.20000	0.1611	0.0700	0.0230	NS. NS.
Tratamiento	4	2.30000	0.57500	0.4631	0.1140	0.0480	NS. NS.
Error	12	14.90000	1.24167				
Total	19	17.80000	CV=5.83%				

*Nota. Elaboración propia.*

**Tabla 23** ANVA para longitud promedio del fruto (cm) en cultivo de fresa.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.20488	0.06829	0.5447	0.7000	0.0230	NS. NS.
Tratamiento	4	2.72200	0.68050	5.4276	3.2600	5.4100	* *
Error	12	1.50452	0.12538				
Total	19	4.43140	CV=3.50%				

*Nota. Elaboración propia.*

**Tabla 24** ANVA para peso promedio de frutos por gr/planta en el cultivo de fresa.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	199.0094	66.3365	0.2329	0.0700	0.0230	NS. NS.
Tratamiento	4	3474.5938	868.6484	3.0502	3.2600	5.4100	NS. NS.
Error	12	3417.3812	284.7818				
Total	19	7090.9844	CV=3.62%				

*Nota. Elaboración propia.*

**Tabla 25** ANVA Número promedio de frutos por planta en cultivo de fresa

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.10033	0.00344	0.7580	0.0700	0.0230	NS. NS.
Tratamiento	4	0.08550	0.02137	4.7065	3.2600	5.4100	* NS.

Error	12	0.05450	0.00454
Total	19	0.15032	CV=2.87%

*Nota. Elaboración propia.*

**Tabla 26** ANVA para número final de hijuelos por planta en cultivo de fresa

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.55000	0.18333	0.1447	0.0700	0.0230	NS. NS.
Tratamiento	4	9.20000	2.30000	1.8158	3.2600	5.4100	NS. NS.
Error	12	15.20000	1.26667				
Total	19	24.95000	CV=7.48%				

*Nota. Elaboración propia.*

**Tabla 27** ANVA para diámetro promedio del fruto (cm) en cultivo de fresa

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.19718	0.06573	0.8572	0.0700	0.0230	NS. NS.
Tratamiento	4	1.61282	0.40320	5.2586	3.2600	5.4100	* NS.
Error	12	0.92010	0.07667				
Total	19	2.73009	CV=3.23%				

*Nota. Elaboración propia.*

**Tabla 28** ANVA para altura final de la planta (cm) en cultivo de fresa.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.60000	0.20000	0.1611	0.0700	0.0230	NS. NS.
Tratamiento	4	2.30000	0.57500	0.4631	0.1140	0.0480	NS. NS.
Error	12	14.90000	1.24167				
Total	19	17.80000	CV=5.83%				

*Nota. Elaboración propia.*

**Tabla 29** ANVA para longitud promedio del fruto (cm) en cultivo de fresa.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.20488	0.06829	0.5447	0.7000	0.0230	NS. NS.
Tratamiento	4	2.72200	0.68050	5.4276	3.2600	5.4100	* *
Error	12	1.50452	0.12538				
Total	19	4.43140	CV=3.50%				

*Nota. Elaboración propia.*

#### ANEXO 04: GALERÍA DE FOTOGRAFÍAS

**Figura 23** *Preparación de terreno en el campo experimental.*



**Figura 24** *Desinfección de suelo con cal agrícola.*



**Figura 25** *Formación de camellones en el campo experimental.*



**Figura 26** *Incorporación de abonos orgánicos en los tratamientos.*

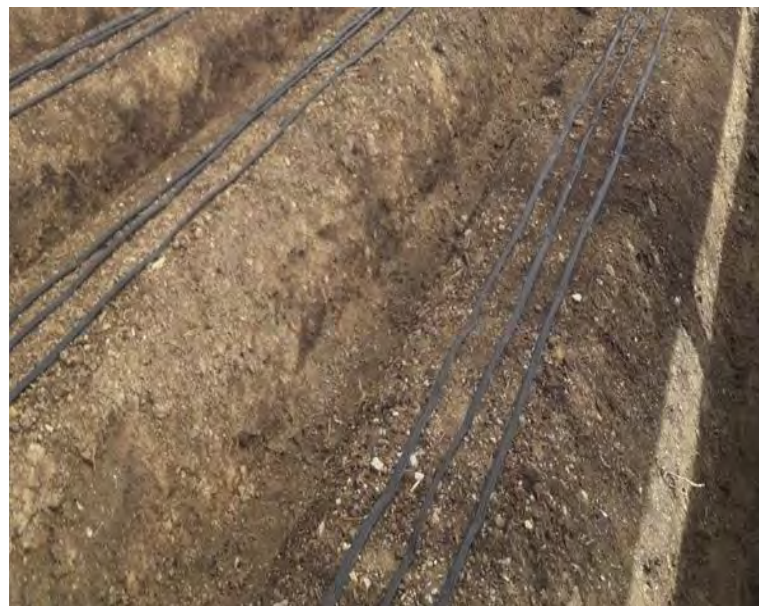




**Figura 27** *Incorporación de abonos inorgánicos en los tratamientos.*



**Figura 28** *Instalación de cintas para riego por goteo*



**Figura 29** *Acolchado de camellones con plástico mulch.*



**Figura 30** *Trasplante de plántulas de fresa al campo definitivo.*





**Figura 31** *Deshierbe de malezas en el cultivo de fresa.*



**Figura 32** *Desfloración de flores en el cultivo fresa.*





**Figura 33** *Contabilizando los estolones en cada planta de la fresa.*



**Figura 34** *Aparición del primer fruto después de 4 meses*



**Figura 35** *Primera cosecha en la producción de fresa*



**Figura 36** *Tercera cosecha en producción de fresa.*





**Figura 37** *Cuarta cosecha en producción de fresa.*



**Figura 38** *Cosecha de la fresa.*



**Figura 39** *El fruto más grande de todas las cosechas llegando 3.8 cm de longitud*

