

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



TESIS

EFFECTO DEL pH EN LA PRODUCCIÓN DE TRES VARIEDADES DE FRESA (*Fragaria x ananassa Duch*) EN FITOTOLDO EN K'AYRA - SAN JERONIMO - CUSCO

PRESENTADO POR:

Bach. JHOJAN JAMANCCAY ARRIAGA

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

ASESOR:

Mgt. ARCADIO CALDERON CHOQUECHAMBI

**CUSCO - PERÚ
2024**

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: Efecto del pH
en la producción de tres variedades de Fresa
(Fragaria x ananassa Duch) en Filatilde en
K'ayra - SAN Jerónimo - Cusco.

presentado por: Jhoan Jamanca Ariaga con DNI Nro.: 72306377 presentado
por: con DNI Nro.: para optar el
título profesional/grado académico de Ingeniero Agrónomo

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 01 veces, mediante el
Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la**
UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9%.

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 se considera plagio.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 11 de Diciembre de 2024

[Firma]
Firma
Post firma Asesor con DNI 72306377
Nro. de DNI 72306377
ORCID del Asesor 0000-0001-8040-3755

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:414801886

TESIS EN FRESA DE JHOJAN JAMANCCAY.docx

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

tm:oid::27259:414801886

151 Páginas

Fecha de entrega

10 dic 2024, 7:12 p.m. GMT-5

29,656 Palabras

Fecha de descarga

10 dic 2024, 8:39 p.m. GMT-5

153,300 Caracteres

Nombre de archivo

TESIS EN FRESA DE JHOJAN JAMANCCAY.docx

Tamaño de archivo

46.9 MB

9% Similitud general

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




Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado

Exclusiones

- ▶ N.º de fuentes excluidas
- ▶ N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 7%  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.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	x
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Identificación del problema objeto de investigación	1
1.2. Formulación del problema.....	1
1.2.1. Problema general.....	1
1.2.2. Problemas específicos.....	2
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
2.3. Justificación.....	4
III. HIPÓTESIS	5
3.1. Hipótesis general	5
3.2. Hipótesis específicas	5
IV. MARCO TEÓRICO	6
4.1. Antecedentes de la investigación.....	6
4.1.1. Antecedentes internacionales	6
4.1.2. Antecedente nacional	7
4.1.3. Antecedente regional	8
4.1.4. Antecedente local	9
4.2. Bases teóricas.....	10
4.2.1. Aspectos generales del cultivo.....	10
4.2.1.1. Historia y origen de la fresa	10
4.2.1.2. Clasificación taxonómica	11
4.2.1.3. Etimología.....	11
4.2.1.4. Distribución geográfica	11
4.2.1.5. Descripción botánica de la fresa.....	12
4.2.2. Requerimientos nutricionales de la planta	16
4.2.2.1. Nutrición de la fresa.....	16

4.2.2.2. Los macronutrientes	17
4.2.2.3. Los micronutrientes	20
4.2.2.4. pH en cultivo de fresa	20
4.2.2.5. Composición elemental de las plantas	21
4.2.2.6. Variedades de fresa.....	21
4.2.2.7. Variedad San Andreas.....	22
4.2.2.8. Variedad Camino Real.....	24
4.3. Definición de términos o marco conceptual.....	25
4.3.1. Sustratos.....	25
4.3.1.1. Definición de sustrato	25
4.3.1.2. Inicio del uso de los sustratos.....	26
4.3.1.3. Propiedades físicas y químicas de los sustratos	27
4.3.1.4. Tipos de sustrato	29
4.3.2. Conceptos generales de pH.....	30
4.3.2.1. Concepto de ácidos y bases.....	30
4.3.2.2. Naturaleza y origen de la acidez del suelo	31
4.3.2.3. pH del Suelo	31
4.3.2.4. Fuentes de acidez	35
4.3.2.5. Encalado.....	37
4.3.3. Aspectos generales de riego.....	39
4.3.3.1. Riego	39
4.3.3.2. Riego tecnificado	39
4.3.3.3. Riego por goteo	40
4.3.4. Fitotoldos	41
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	42
5.1. Tipo de investigación	42
5.2. Campo experimental	42
5.3. Ubicación espacial	42
5.4. Ubicación política	42
5.5. Ubicación geográfica.....	42
5.6. Ubicación hidrográfica.....	42
5.7. Ubicación temporal	43
5.8. Ubicación ecológica	43
5.9. Materiales y métodos	43

5.9.1. Biológicos.....	43
5.9.2. Sustratos agrícolas	43
5.9.3. Enmiendas	43
5.9.4. Materiales de acondicionamiento del fitotoldo	43
5.9.5. Materiales para instalación de riego	43
5.9.6. Equipos.....	44
5.9.7. Herramientas	44
5.10. Metodología	45
5.10.1. Diseño experimental	45
5.10.1.1. Factores en estudio	45
5.10.1.2. Tratamientos.....	46
5.10.1.3. Variables e indicadores.....	46
5.10.1.4. Características del campo experimental.....	48
5.11. Conducción de la investigación.....	48
5.11.1. Construcción de fitotoldo.....	48
5.11.2. Manejo del cultivo	49
5.11.2.1. Enraizado.....	49
5.11.2.2. Extracción de dolomita	50
5.11.2.3. Nivelación	56
5.11.2.4. Preparación de parcelas.....	56
5.11.2.5. Preparación de sustratos con enmienda.....	57
5.11.2.6. Acolchado de los bloques.....	57
5.11.2.7. Marcado de agujeros sobre plástico mullsh.....	58
5.11.2.8. Perforado de plástico mulch.....	58
5.11.2.9. Instalación de riego por goteo.....	59
5.11.2.10. Trasplante.....	59
5.11.2.11. Identificación de los tratamientos.....	60
5.11.2.12. Riego	60
5.11.2.13. Eliminación de flores.....	62
5.11.2.14. Eliminación de estolones	63
5.11.2.15. Limpieza de plantas.....	63
5.11.2.16. Plagas y enfermedades presentes en el experimento	64
5.11.2.17. Cosecha.....	64
5.12. Evaluación de variables	65

5.12.1. Rendimiento.....	65
5.12.2. Comportamiento agronómico.....	66
5.12.3. Índice de rentabilidad.....	68
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	69
VII. CONCLUSIONES.....	123
VIII. SUGERENCIAS.....	124
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	125
ANEXOS.....	130

DEDICATORIA

A NUESTRO CREADOR PADRE

CELESTIAL, que me puso en el camino correcto y en el momento exacto, y con la bendición de virgen del Carmen de mi tierra Paucartambo que voy emprendiendo en mi vida profesional.

A la memoria de mis queridos padres **Mamerto Jamanccay Quispe e Irma Arriaga Alegre**, quienes desde la gloria del Señor ven realizado mis sueños y mis metas.

A mi querida hermana, **Olga Jamanccay Arriaga**, a mi hermano **Hudel Jamanccay Arriaga**, quienes guiaron mis pasos día a día. Doy gracias a su esfuerzo y sacrificio puesto en mi educación para lograr este deseo.

A mi queridísima pareja **leydi Yucra Quispe** y a mi hija **Nahomi Irma Jamanccay Yucra** quien es mi motivación y satisfacción para cumplir este anhelo.

A mis tíos apreciados: **Jorge, Celso, Martha, Pilar, Samuel, Augusto, solano**, quienes estuvieron brindando su apoyo incondicional hasta lograr mis objetivos.

AGRADECIMIENTOS

Mi gratitud a la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**, por formarme en sus aulas universitarias y campos experimentales de la Facultad de Agronomía y Zootecnia.

A la Escuela Profesional de Agronomía, por brindarme la enseñanza conforme al currículo de estudios, acertadamente establecidas para la formación de profesional.

A cada docente que fue ejemplo y por compartir sus conocimientos y así permitir la culminación de mis estudios universitarios.

Le agradezco muy profundamente a mi asesor Mgt. Arcadio Calderón Choquechambi por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y todos sus consejos, los llevaré grabados para siempre en la memoria en mi futuro profesional.

Agradecer a todos mis compañeros los cuales muchos de ellos se han convertido en mis amigos, cómplices y hermanos. Gracias por las horas compartidas, los trabajos realizados en conjunto y las historias vividas en el Centro Agronómico K'ayra.

RESUMEN

La investigación intitulada "Efecto del pH en la producción de tres variedades de fresa (*fragaria x ananassa duch*) en fitotoldo en k'ayra - san jeronimo - cusco", fue realizada en la unidad de lombricultura, campaña agrícola 2019 a 2020. Siendo los objetivos específicos: Determinar el rendimiento, comportamiento agronómico y establecer el costo de producción del cultivo de tres variedades de fresa: Aromas, San Andreas y Camino Real; al efecto de tres niveles de pH: ligeramente ácido, neutro y ligeramente alcalino; acolchado mediante la técnica de riego por goteo en condiciones de fitotoldo.

El método estadístico adoptado constituye el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo factorial de 3A x 3B, 9 tratamientos, con 4 repeticiones y un total de 36 unidades experimentales. Donde, las variables evaluadas fueron: Peso del fruto por parcela, N° de frutos por parcela, Longitud del fruto, Diámetro ecuatorial del fruto, Altura de planta, Longitud de raíz e índice de rentabilidad.

La conducción del experimento se realizó en condiciones de fitotoldo del Centro Agronómico K'ayra; cuyas conclusiones son:

Para el rendimiento:

En peso del fruto por planta, el tratamiento con sustrato de pH = 7.60 con la aplicación de $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$ (dolomita) 300t/ha, considerado ligeramente alcalino con la variedad Camino Real (T9), se tuvo un rendimiento de 1 078.250 g/parcela o 11,980.556 kg/ha es decir 11.980 t/ha ocupó el primer lugar superando el rango de producción promedio a nivel regional (Cusco: 3 – 10 t/ha). Pero situándose en un rango inferior a la producción nacional e internacional. Asimismo, en número de frutos por parcela el tratamiento (T9), con 50.25 frutos/parcela, fue superior al resto de los tratamientos, la superioridad en los rendimientos en el sustrato de pH alcalino es porque los elementos como calcio y magnesio del material encalante (dolomita) sirvieron para la nutrición para las plantas en estudio.

Para características agronómicas:

En longitud del fruto el tratamiento con sustrato de pH = 7.00 con la aplicación de $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$ (dolomita) 150t/ha, considerado neutro con la variedad Camino Real (T6), con 5.04 cm fue superior a los demás tratamientos; asimismo en diámetro ecuatorial del fruto con 3.71 cm ocupó el primer lugar esta superioridad se debe a las características genéticas de la variedad; en longitud de fruto y diámetro

ecuatorial no se tuvo mayor variación entre las variedades de fresa (Aroma, San Andreas y camino real). Mientras que, en altura de planta el tratamiento con sustrato de pH = 6.10 ligeramente ácido con la variedad Camino Real (T3), con 20.74 cm, ocupó el primer lugar. De igual modo, en longitud de raíz el tratamiento (T3), con 24.76 cm, ocupó el primer lugar estas diferencias se debe a las características genéticas de cada variedad.

Para costo de producción:

La fresa cultivada bajo fitotoldo con riego por goteo con concentración de pH Ligeramente alcalino*Variedad Camino Real (T9) se logró una utilidad neta de S/ 1,609.59 por 76.23 m² o S/ 211,149.15 en una hectárea, con un índice de rentabilidad de 76.04%; es decir, por cada S/ 100.00 de inversión se recupera como ganancia un monto económico de S/ 76.04.

Palabras claves: Producción, Residuos orgánicos, pH, Fitotoldo y Riego por goteo.

INTRODUCCIÓN

La especie hortícola conocida como fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) se cultiva como una de las principales frutas de consumo, muy apreciada debido a sus cualidades de color, aroma y acidez.

Actualmente, la explotación agrícola de la fresa se va cada vez aumentando por la demanda de los consumidores y a la vez se va reduciendo tanto la producción y productividad, debido principalmente al incremento demográfico de la población, y esto tal vez por falta de una política del estado, puesto que las áreas agrícolas vienen siendo desplazadas por construcciones de viviendas y otras obras. Por tanto, existe y existirá la gran necesidad de optimizar las áreas de cultivo, bajo tecnologías de cultivo mediante la técnica de riego por goteo, bajo construcciones de fitotoldo para brindar las condiciones de climáticas que requiere el cultivo de fresa.

Dentro de una tecnología innovadora es importante mencionar que la introducción de nuevas variedades de fresa a nuestra región permitirá mejorar la producción y productividad.

Actualmente se cuenta con una cantera para la extracción de dolomita (material encalante) con lo cual se puede determinar las concentraciones de pH deseado, para lograr altos rendimientos y obtener frutos de fresas con las características determinadas de cada variedad.

Con el presente trabajo de investigación se pretende conocer las bondades de la producción: rendimiento, comportamiento agronómico y costos de producción de tres variedades de fresa: "Aromas", "San Andreas" y "Camino Real", además de conocer la presentación de los frutos a través del manejo de tres niveles de pH: "ligeramente ácido", "neutro" y "ligeramente alcalino" adicionados en sustratos de suelo agrícola más residuos orgánicos aplicando riego por el método de goteo para garantizar la homogeneidad y optimizar el agua bajo condiciones de fitotoldo.

El autor.

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema objeto de investigación

La fresa es una fruta rica en vitaminas A y C, muy apreciada para consumo fresco y la elaboración de postres, por sus cualidades de color, aroma y acidez.

Un buen desarrollo del cultivo de la fresa depende del manejo de la tecnología desde la siembra de las plantas madres hasta la cosecha, que los agricultores de la región Cusco adolecen, principalmente se observa bajos rendimientos por falta de conocimiento de la acidez o alcalinidad de los sustratos.

El uso de una sola variedad de fresa por parte de los agricultores de la zona es un riesgo que propende bajos rendimientos, además de estar expuestos a diferentes factores externos como plagas, enfermedades o contaminantes ambientales.

Los análisis costos de producción y rentabilidad del cultivo son una constante preocupación por parte de los productores de fresa, cuando se emplea sustratos combinados o mezclados con residuos orgánicos.

Además, no existe información alguna, cuando se hace una revisión de los antecedentes y resultados respecto al efecto de pH del sustrato suelo agrícola combinado con residuos orgánicos mediante la técnica de riego por goteo, en el rendimiento, comportamiento agronómico y costo de producción del cultivo de tres variedades de fresa en condiciones de fitotoldo.

El nivel de pH influye en la disponibilidad de los nutrientes para las plantas por ello es importante determinar la concentración de pH para mayor rendimiento en las tres variedades de fresa.

De esta manera producir frutos de buena calidad para el mercado, es utilizando nutrientes esenciales recomendados a fin de lograr un producto de mejor presentación, limpio y sano.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto del pH en sustratos de suelo agrícola mezclados con residuos orgánicos en la producción de variedades de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) en K'ayra - San Jerónimo - Cusco?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuánto es el rendimiento de tres variedades de fresa al efecto del tres niveles de pH?
2. ¿Cómo es el comportamiento agronómico de tres variedades de fresa al efecto de tres niveles de pH?
3. ¿Cuál es el índice de rentabilidad del cultivo de fresa conducidas bajo fitotoldo a partir de tres niveles de pH con la aplicación de la técnica de riego por goteo?

II.OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1.Objetivo general

Evaluar el efecto del pH en sustratos de suelo agrícola mezclados con residuos orgánicos en la producción de variedades de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) en condiciones de fitotoldo en K'ayra - San Jerónimo - Cusco.

2.2.Objetivos específicos

1. Determinar el rendimiento de tres variedades de fresa: Aromas, San Andreas y Camino Real; al efecto de tres niveles de pH: ligeramente ácido, neutro y ligeramente alcalino; en condiciones de fitotoldo.
2. Evaluar el comportamiento agronómico de tres variedades de fresa: Aromas, San Andreas y Camino Real; al efecto de tres niveles de pH: ligeramente ácido, neutro y ligeramente alcalino; en condiciones de fitotoldo.
3. Establecer el índice de rentabilidad del cultivo de fresa conducidas bajo fitotoldo a partir de tres niveles de pH con sistema de acochado y la aplicación de la técnica de riego por goteo.

2.3. Justificación

La rentabilidad económica del cultivo de fresa es de mayor interés que motiva a los agricultores aceptar conocimientos sobre niveles de pH en los sustratos con nuevas tecnologías de producción como es el acolchado con riego por goteo para optimizar el recurso hídrico y reducir el costo de mano de obra bajo fitotoldo que garanticen mayores rendimientos y que sobre todo resulte rentable.

El uso de material encalante dolomita (kontay) es de suma importancia para la sociedad porque se tiene la disponibilidad en la naturaleza y esto facilita la obtención sin ningún tipo de costo y que además por la textura que presenta la dolomita ayuda a aumentar la textura del suelo.

Encontrar el nivel de pH que genere altos rendimientos es de suma importancia porque al usar material encalante (kontay) se evita el uso de otros materiales encalantes de procedencia química que podrían afectar no solamente al cultivo y sustrato si no que puede afectar a los agricultores que manipulan el producto, de esta forma se reduce la contaminación y los peligros que puede generar para el medio ambiente.

Comparar el efecto de tres niveles de pH del sustrato en el cultivo de tres variedades de fresa es importante porque permite determinar el sustrato que optimice alto rendimiento de fruto. Es también muy valioso conocer el comportamiento agronómico de las variedades de fresa, porque a través de estos parámetros se pretende alcanzar una alta producción y productividad de la fresa, ya que este cultivo requiere de mejor presentación y calidad de sus frutos ante la demanda de consumo en los mercados nacional e internacional, puesto que el tamaño de sus frutos y partes morfológicas de la planta determinan el menor o mayor desarrollo vegetativo de la especie frutícola.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

La producción de variedades, características agronómicas y rentabilidad económica del cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) en condiciones de fitotoldo, está en función a efecto del pH del sustrato.

3.2. Hipótesis específicas

1. El rendimiento de fruto en variedades de fresa es alto cuando el nivel de pH está en un rango neutro.
2. Existe variabilidad, en el comportamiento agronómico de las variedades de fresa al efecto de las diferentes concentraciones de pH del sustrato.
3. La mayor rentabilidad económica del cultivo de fresa depende de las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato combinados con enmienda encalante, con la aplicación de la técnica de riego por goteo a capacidad de campo bajo fitotoldo a un pH neutro.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes de la investigación

4.1.1. Antecedentes internacionales

Milosevic, T. M. (2009), en su trabajo de investigación titulada: Rendimiento de la fresa (*Fragaria X ananassa* Duch.) se ve afectado por el pH del suelo, en serbia occidental. Pruebas de dos años (2006-2007) sugirieron que el uso de óxido de calcio (cao) en suelos ácidos aumentaba el pH del suelo y los rendimientos en los cultivares de fresa marmolada, selena y senga sengana, en las condiciones ambientales de cacak (serbia occidental).

Los resultados obtenidos del estudio sobre los efectos del aumento de las tasas de CaO en el cambio del pH del suelo y el rendimiento de las fresas pueden sugerir las siguientes conclusiones: el uso de CaO en suelos ácidos aumentó el pH del suelo y aumentó el rendimiento en los cultivares de fresas Marmolada, Selena y Senga Sengana en todos tratamientos aplicados. El mayor rendimiento se registró con la dosis de aplicación de 750 kg ha de CaO, con pH de 5,75.

El aumento de las dosis de CaO por encima de 750 kg ha no produjo un aumento correspondiente en el rendimiento de fresa, aunque mostró una ligera tendencia a la disminución con respecto a la dosis mencionada. En general, con dosis de CaO superiores a 750 kg ha, el rendimiento fue mayor que en el control (0 kg ha) y el tratamiento que emplea la dosis de aplicación oeste (250 kg ha).

FAOSTAT. (2016), indica que los rendimientos más altos de fresa los obtiene Estados Unidos con un promedio de 66.88 t/ha registrado en el 2016 tal como se muestra en el cuadro N° 03. Los peruanos tenemos un rendimiento promedio de 20.07 t/ha, estos resultados nos incentivan aún más a incrementar los rendimientos del cultivo en estudio y demás otros cultivos.

Cuadro N° 01: Rendimiento de fresa a nivel mundial.

RENDIMIENTO DE FRESA t/ha										
PAIS	AÑO									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Estados Unidos	52.53	52.10	54.07	56.20	56.80	58.66	56.53	56.58	59.24	66.88
España	33.32	34.58	38.05	36.40	38.10	38.04	39.06	37.47	55.08	47.65
Colombia	31.12	39.96	41.70	33.12	39.70	40.43	35.39	34.21	34.34	36.54
Chile	25.87	25.63	25.49	26.44	26.23	26.33	26.42	26.52	26.61	26.71
Perú	15.51	17.56	16.93	17.15	19.73	20.19	20.07	21.69	20.87	20.07
Ecuador	12.50	12.41	12.26	12.55	13.91	14.51	14.95	15.39	15.83	16.28

Fuente: FAO (2004).

4.1.2. Antecedente nacional

Mena, L. M. (2017), expresa en tesis de pregrado titulada: “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 en el distrito de Cayma – Arequipa”. De la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA. Que concluye el abonamiento integral con un nivel del 50% abonamiento químico (100 N, 30 K₂O y 30 P₂O₅) y 50% abonamiento orgánico (50 l de Humega, 6 l de Bioflora Phos y 30 l de Bioflora Potash) alcanzó el mayor rendimiento acumulado en fresa cv. Selva conducida bajo sistema de riego por goteo y con cobertura plástica con 17 114,63 kg.ha-1.

Renato, M. (2021), menciona que, a nivel de la costa, Tacna, Ica, Lima (Santa Eulalia), Norte chico (Cañete, Huaral, Chancay, Huaura, Barranca), Chimbote, Trujillo son los valles que vienen produciendo fresas para exportación y mercado local.

Acerca de los rendimientos productivos, en Lima, Norte Chico (Valles de Huaral, Huaura y Barranca), hoy en día, el fresicultor es el más capacitado para este cultivo logrando tener una producción por hectárea bajo sistema de riego por gravedad unas 35 t/ha, en promedio valle, mientras que un huerto con riego tecnificado puede conseguir en torno a las 50 t/ha, en promedio.

Sin embargo, en las diversas regiones alto andinas se están consiguiendo producciones menores, en torno a 10 y 20 t/ha, con respecto a la costa. Ello se ha dado básicamente a diversos factores edafoclimáticas, pero también por cuestiones técnicas.

Cuadro N° 02: Área de producción y rendimiento nacional.

Departamentos	Has.	%	t/ha
Huánuco	27.18	1.24	16
Arequipa	40.59	1.85	23
La libertad	138.36	6.34	28
Lima	1887.97	86.27	35
Ancash	53.44	2.44	18
Otros	40.63	1.86	14
Total	2188.57	100.00	134

Fuente: INEI (IV CENSO NACIONAL AGROPECUARIO 2012).

4.1.3. Antecedente regional

Quispe, E. (2023), en el trabajo realizado tesis de pregrado titulada “efecto de la aplicación de tres frecuencias de fertirriego en el rendimiento de fresa (*fragaria x ananassa*) bajo condiciones de fitotoldo en la comunidad campesina de sihuaypampa– paucartambo – cusco”. De la UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, que tiene como objetivo general evaluar el efecto de la aplicación de tres frecuencias de fertirriego en el rendimiento de fresa (*fragaria x ananassa*) bajo condiciones de fitotoldo en la comunidad campesina de Sihuaypampa- Paucartambo – cusco. Para el rendimiento de fruto del cultivo concluye que se obtuvo con la frecuencia de fertirriego de 4 días (T3) con un valor de 34.20 t/ha de las seis comparaciones; seguido de tratamiento de frecuencia de fertirriego de tres días (T2) con 28.96 t/ha.

Ramos, C. H. (2014), concluye en su trabajo de tesis de pregrado, titulada: “evaluación del efecto de cuatro fertilizantes orgánicos en el rendimiento y calidad de frutos de fresa (*fragaria x ananassa duch*) variedad camarosa en urubamba-cusco”. De la UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, concluye indicando que la variedad en estudio con respecto al rendimiento, el más alto corresponde al T2 duramon nitro abono orgánico con quien alcanzo un rendimiento de 15.38 t/ha, situándose en un rango inferior de rendimientos; en comparación con la producción Nacional que normalmente obtienen rendimientos por encima de 20 t/ha, en un sistema de producción a nivel tecnificado como este, pero superior al rendimiento en un sistema de producción tradicional.

4.1.4. Antecedente local

Quispe, Y. (2019), en su trabajo de tesis de pregrado titulada: “efecto de tres abonos foliares y soluciones nutritivas en la producción de variedades de fresa (*fragaria sp.*) con un sistema de acolchado plástico en fitotoldo en saylla cusco”. De la UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, que tiene como objetivo general Evaluar el efecto de tres abonos foliares y soluciones nutritivas en la producción de frutos y comportamiento agronómico de las variedades de fresa “Camino Real” y “Albión” en acolchados plásticos bajo condiciones de fitotoldo en Saylla – Cusco. Respecto al rendimiento de fruto concluye que el rendimiento más alto corresponde al tratamiento Camino Real x SFAB x Dosis 14ml, y el tratamiento Albión x NWAB x Dosis 14ml., con un promedio de 15.78 y 15.71 tn/ha. respectivamente, de esa manera situándose en un rango inferior a la producción nacional e internacional, pero superior a la producción local en un sistema de producción tradicional (cusco; 3 – 10 tn/ha).

Castro, R. (2018), en el trabajo titulada RENDIMIENTO DE TRES VARIEDADES DE FRESA (*Fragaria x ananassa Duch*) CON CUATRO NIVELES DE FERTIRRIGACIÓN BAJO FITOTOLDO EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE PUMAMARCA, SAN SEBASTIÁN – CUSCO. De la universidad nacional san Antonio abad del cusco, tesis de pregrado, que tiene como objetivo general evaluar el efecto de cuatro niveles de fertirrigación, aplicados en el sistema de riego localizado goteo via inyector Venturi. En la producción de tres variedades de fresa (*fragaria x ananassa duch*), bajo las condiciones de fitotoldo en la comunidad campesina de pumamarca – san Sebastián. Concluye que al rendimiento, el más alto corresponde al T9 (d3v3) (Variedad Camino Real con nivel de NPK de 200-150-250) con 36.03 t/ha, situándose en un rango superior de rendimiento; en comparación con la producción nacional de fresa, que normalmente obtienen rendimientos inferiores a 30 t/ha y superiores a los 20 t/ha, en un sistema de producción de fresas a nivel tecnificado.

4.2. Bases teóricas

4.2.1. Aspectos generales del cultivo

4.2.1.1. Historia y origen de la fresa

Folquer, F. (1986), menciona que las primeras referencias históricas a cerca del inicio del uso y cultivo de la fresa se remonta en la época romana, según constatan autores clásicos del siglo I a III a.C. como Cato o Virgilio u otros como Ovidio o Plinio, ya en el siglo I d.C. Todos ellos citan en sus escritos las fresas como plantas de frutos muy apreciados por su sabor y fragancia.

La primera descripción botánica data de 1484, realizadas en el herbario Latino de Mainz, publicado en Alemania. En España, existen referencias que la fresa se cultivó desde el año 1539. Gabriel Alonso de Herrera dijo que las fresas eran plantas favoritas en pequeños huertos y jardines, donde crecían exuberantemente.

Es muy probable que las especies cultivadas en España fuese ***F. vesca*** y ***F. moschata***. A finales del siglo XVI e inicios del XVII, los primeros colonizadores introdujeron simultáneamente en Francia e Inglaterra una especie americana ***F. virginiana*** o fresa de Virginia.

Los detalles de la introducción de ***F. virginiana*** son desconocidos, pero es probable que Jackes Cartier, descubridor del río San Lorenzo en Canadá (1534); fuese el primero en traerla del viejo continente, la fresa de Virginia resulto ser más productiva y mostraba un fruto de mayor tamaño, por lo que su cultivo se extendió en toda Europa.

Poco después tras la conquista de Chile por Pedro de Valdivia, los españoles conocieron una nueva especie ***F. chiloensis*** que presentaba grandes frutos y era conocida y utilizada desde los albores del segundo milenio por nativos. Su llegada a Europa se produjo vía Marsella en 1714, de la mano de Francois Frézier, oficial de Luis XIV, que trajo consigo cinco plantas vivas traídas desde Concepción.

Desde París la fresa chilena, distribuyó a jardines botánicos de Holanda, Inglaterra, Bélgica y Alemania, desde donde recibieron informes que presentaban importantes problemas de esterilidad.

En Brest, cercana a la comunidad de Plougastel, los jardineros descubrieron que la esterilidad de la fresa chilena podía ser superada mediante

polinización cruzada; de manera que la famosa fresa de Bretaña pasó a ser un híbrido producto de la cruce fortuita entre *F. chilensis* y *F. virginiana*. Phillip Miller fue el primero en describir la nueva fresa en el Gardener's Dictionary en 1759. Pocos años después Duchesne afirmó en su libro historia natural de la fresa de híbrido entre *F. chilensis* y *F. virginiana*, y nombra a este híbrido como fresa ananás o fresa piña, ya que encuentra en ella su olor como de la piña tropical (*Ananas spp.*). Así poco después la clasifica como *Fragaria x ananassa*, híbrido que hoy se cultiva en todo el mundo.

4.2.1.2. Clasificación taxonómica

Cronquist, A. (1988), menciona que según clasificación filogenético la fresa se sitúa en la forma siguiente:

Reino: Plantae

Subreino: Embryobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Subfamilia: Rosoideae

Tribu: Potentilleae

Subtribu: Fragariinae

Género: *Fragaria*

Especie: *Fragaria x ananassa Duch.*

4.2.1.3. Etimología

Folquer, F. (1986), considera que la fresa pertenece al género *fragaria*, cuyo significado en latín es "Fragancia". La fresa cuyo nombre procede del latín "fragans" que significa fragante.

4.2.1.4. Distribución geográfica

Maroto, V. (1988), indica que se llegaron a describir, más de 45 especies dentro del género *fragaria*, por las modernas investigaciones relacionadas con la constitución cromosómica, permitieron clasificar el panorama sistemático reduciéndose a 11 el número de especies válidas, todas estas poseen una estructura genética común con genomas de 7 cromosomas.

Se encuentra en las 11 especies reconocidas por la REED agrupándolas por el número de cromosomas de sus células somáticas (2n) y su distribución geográfica tal como se puede observar en el siguiente cuadro.

Cuadro Nº 03: Especies del género fragaria y su centro de origen.

Especie	Centro de origen
I) Diploides (2n=14) 1. <i>F. daltoniana</i> J. Gay 2. <i>F. nilgerrensi</i> S. Schlect 3. <i>F. nubicola</i> Lindl ex Icaita 4. <i>F. vesca</i> 5. <i>F. viridis</i> Duch	<ul style="list-style-type: none"> • Asia (Himalaya) • Sur Este asiático • Sur de Asia • Europa, N. América, N. Asia • Europa central
II) Tetraploides (2n=28) 6. <i>F. moupinensis</i> (Franch), Card 7. <i>F. orientalis</i> Losinsk	<ul style="list-style-type: none"> • Centro – Este de Asia • Centro – Este de Asia
III) Hexaploides (2n=42) 8. <i>F. moschata</i> Duch	<ul style="list-style-type: none"> • Europa central
IV) Octaploides (2n=56) 9. <i>F. chilloensis</i> L. Duch 10. <i>F. ovalis</i> (Lemh) Rudb 11. <i>F. virginiana</i> Duch	<ul style="list-style-type: none"> • Chile, Argentina, California y Alaska • Oeste de América central • Este de América central

Fuente: Folquer, F. (1986).

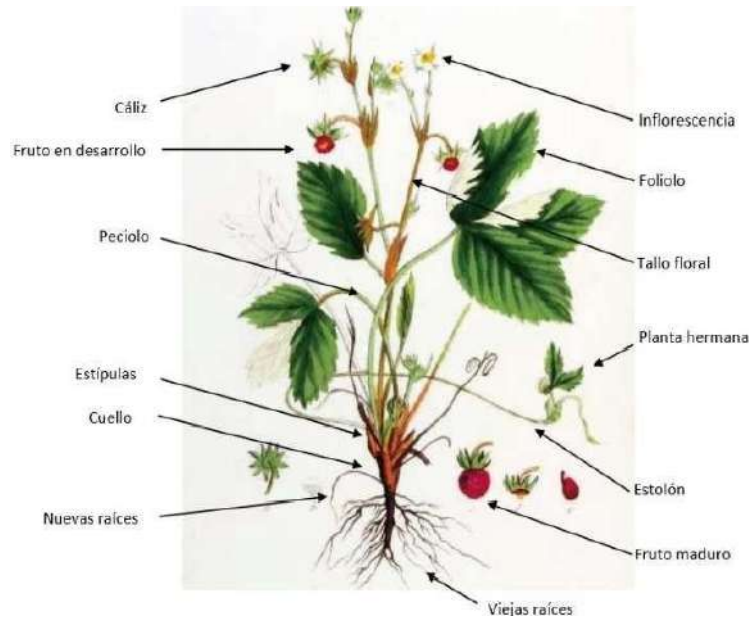
4.2.1.5. Descripción botánica de la fresa

Darrow, G. M. (1976), indica que la planta de fresa es de tipo perenne, aunque a veces se describe como herbácea. Es una verdadera planta leñosa, evidenciado por la producción de xilema secundario en tallo y raíz.

Poling, E. B. (2012), la planta consiste en un tallo central denominado corona, de la cual se forman las hojas, raíces, estolones e inflorescencias. En la parte superior de cada hoja hay una yema axilar que puede producir coronas laterales, estolones o permanecer latente, según las condiciones ambientales. De las yemas axilares de las hojas se formarán coronas laterales cuando los días son cortos y las temperaturas bajas, y estolones cuando los días son largos y las temperaturas altas. En la extremidad del estolón se forma una nueva planta, que a su vez genera nuevos estolones y así sucesivamente. Las

coronas laterales son deseables ya que cada una que se forma agrega rendimiento a la corona central, produciendo sus propias inflorescencias y frutos.

Imagen N°1. Morfología de una planta de fresa.



Fuente: tomado de Bonet 2010.

Juscafresa, B. (1987), refiere que la planta de fresa es de tipo herbáceo y perenne.

Raíz

El sistema radicular es fasciculado, se compone de raíces y raicillas. Las primeras presentan cambium vascular y suberoso, mientras que las segundas carecen de éste, son de color más claro y tienen un periodo de vida corto, de algunos días o semanas, en tanto que las raíces son perennes. Las raicillas sufren un proceso de renovación fisiológico, aunque influenciado por factores ambientales, patógenos de suelo, etc., que rompen el equilibrio. La profundidad del sistema radicular es muy variable, dependiendo entre otros factores, del tipo de suelo y la presencia de patógenos en el mismo.

Weaver, J. E. (1927), el sistema radicular está formado por raíces principales gruesas, siendo las jóvenes de color blanco. A medida que envejecen, su color cambia a marrón claro y finalmente a marrón muy oscuro o casi negro. Su número puede rondar las 20. De las raíces jóvenes nacen otras más finas y más pequeñas, denominadas raicillas, de color claro. Estas viven pocos días y son responsables de la absorción de agua y nutrientes. Las raíces

principales cumplen las funciones de anclaje de la planta al suelo y de almacenamiento de nutrientes, pudiendo vivir de 2 a 3 años.

Tallo o corona

Juscafresa, B. (1987), está constituido por un eje corto de forma cónica llamado "corona", en el que se observan numerosas escamas foliares.

Bielinski, M. y Henner, O. (2002), mencionan que es una planta de tipo herbáceo y perenne que produce brotes cada año. Presenta una roseta basal de donde surgen las hojas y los tallos florales. El sistema radicular es fasciculado, compuesto de raíces y raicillas.

Hojas

Juscafresa, B. (1987), las hojas aparecen en roseta y se insertan en la corona. Son largamente pecioladas y provistas de dos estípulas rojizas. Su limbo está dividido en tres folíolos pediculados, de bordes aserrados, tienen un gran número de estomas (300-400/mm²), por lo que pueden perder gran cantidad de agua por transpiración.

Darrow, G. M. (1976), define que las hojas son generalmente pinnadas y trifoliadas, con filotaxia espiralada 2-5. Tienen epidermis, palisada y mesófilo típicas de las dicotiledóneas, y estomas en el envés.

Estolones o tallos rastreros

Juscafresa, B. (1987), es un brote largo delgado rastrero sobre el terreno que se forma a partir de las yemas axiales de las hojas situadas en la base de la corona. Los estolones son epigeos, son de tamaño y longitud variable según sean las condiciones de cultivo y variedades.

Staudt, G. (1999), el estolón es un tallo epigeo, delgado, que crece horizontalmente a lo largo del suelo, dando lugar a raíces y coronas en puntos especializados llamados nudos. Los estolones cuentan con dos nudos: intermedio y terminal. Una planta hija se forma a partir del nudo terminal, mientras que el nudo intermedio tiene una yema latente, que eventualmente puede dar origen a un nuevo estolón. Cada planta hija tiene la capacidad de producir sus propios estolones.

Inflorescencias

Juscafresa, B. (1987), se pueden desarrollar a partir de una yema terminal de la corona, o de yemas axilares de las hojas. La ramificación de la inflorescencia puede ser basal o distal. En el primer caso aparecen varias flores

de porte similar, mientras que en el segundo hay una flor terminal o primaria y otras secundarias de menor tamaño.

Hancock, J. (1999), la inflorescencia de la fresa es una cima terminada en una flor primaria. Después de la flor primaria, hay típicamente dos flores secundarias, cuatro terciarias y ocho cuaternarias. Una flor típica de fresa es hermafrodita y posee los cuatro ciclos florales: cáliz, corola, androceo y gineceo. El cáliz consta de 10 sépalos verdes; la corola es pentámera, dialipétala y los pétalos son blancos. El androceo consta de 20-30 estambres, cada uno constituido por filamento y antera. El gineceo está formado por un rango muy amplio de pistilos, cuyo número puede variar entre 60 y 600. El mayor número de pistilos se encuentra en las flores primarias, disminuyendo sucesivamente desde las primarias a las cuaternarias.

Flor

Juscafresa, B. (1987), la planta de la fresa presenta de 5-6 pétalos, de 20 a 35 estambres y varios cientos de pistilos sobre un receptáculo carnoso. Cada óvulo fecundado da lugar a un fruto de tipo aquenio.

Darrow, G. M. (1996), la fresa propiamente dicha es un fruto agregado (eterio), formado por un receptáculo muy desarrollado como consecuencia de la fecundación de los óvulos. El receptáculo, que es la parte comestible o fruto hortícola, sostiene a los verdaderos frutos que son los aquenios. Un aquenio es un fruto seco e indehiscente, procedente de un ovario con una única semilla.

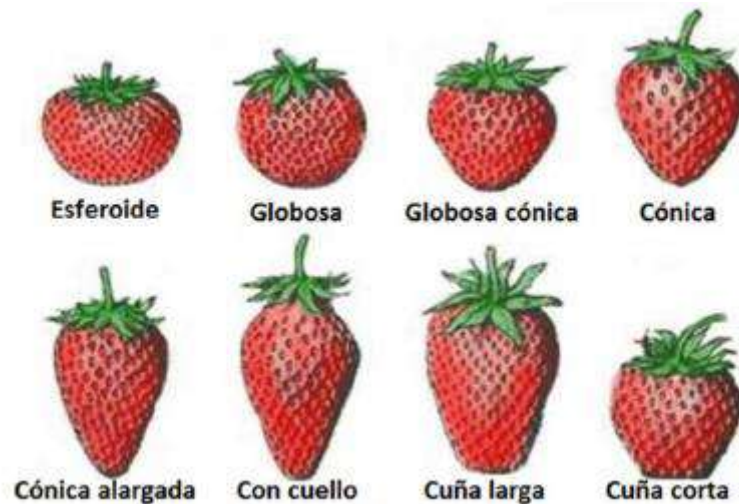
Fruto

Juscafresa, B. (1987), el fruto es poliaquenio conocido botánicamente eterio, en el que la parte comestible que es receptáculo hipertrofiado alojando numerosos aquenios.

Lavin, A. y Maureyca, M. (2000), mencionan que el fruto comestible, llamado botánicamente eterio es un falso fruto formado por el receptáculo en el que se insertan los aquenios o frutos verdaderos. La parte central del fruto o corazón puede ser vacía, debido a la extracción del pedúnculo unido a una parte de la pulpa. Los frutos son de forma globosa, globosa cónica, cónico o cónico alargado.

Roudeillac, P. Y Veschambre, D. (1987), con fines descriptivos, se consideran válidas ocho formas de fruto, dado que son las más abundantes en la naturaleza. Estas formas pueden ser: esferoide, globosa, globosa cónica, cónica, cónica alargada, con cuello, cuña larga y cuña corta.

Imagen N°2. Formas comunes de los frutos de fresa.



Fuente: Adaptado por Roudeillac y Reschambre (1987).

Semilla

Juscafresa, B. (1987), son aquenios adheridos al fruto carnoso.

4.2.2. Requerimientos nutricionales de la planta

4.2.2.1. Nutrición de la fresa

Hancock, J. (1999), dice que la fresa puede desarrollarse en varios tipos de suelo, desde arenosos hasta pesados, el pH óptimo varía de 6.0 a 6.5; los mejores rendimientos se pueden obtener cuando las plantas crecen en suelos profundos, fértiles con alto contenido de materia orgánica y buen drenaje. Como todas las plantas requieren niveles adecuados de macro y micro elementos; sin embargo, existen grandes diferencias en el comportamiento en cada variedad de fresa.

Hart citado por **Aguilar, M. (2011)**, indica que para tener una buena respuesta a la aplicación de fertilizantes en la fresa se deben cuidar algunos aspectos como: usar variedades bien adaptadas a las condiciones climáticas de la zona de siembra, que las plantas estén libres de enfermedades, una

selección adecuada del suelo donde se cultiva, buen control de malezas, buen método de riego.

La fresa responde a altas cantidades de materia orgánica en el suelo, lo que se puede lograr incorporando abonos antes del inicio de la plantación. La dosis de fertilizantes debe ser basada en un análisis de suelo realizado después de la última cosecha.

4.2.2.2. Los macronutrientes

Lopez, R. (2004), menciona que los macronutrientes se necesitan en grandes cantidades, y grandes cantidades tienen que ser aplicadas si el suelo es deficiente en uno o más de ellos. Los suelos pueden ser naturalmente pobres en nutrientes, o pueden llegar a ser deficientes debido a la extracción de los nutrientes por los cultivos a lo largo de los años, o cuando se utilizan variedades de rendimientos altos, las cuales son más demandantes en nutrientes que las variedades locales. En contraste a los macronutrientes, los micronutrientes o micro elementos son requeridos sólo en cantidades mínimas para el crecimiento correcto de las plantas y tienen que ser agregados en cantidades muy pequeñas cuando no pueden ser provistos por el suelo. Dentro del grupo de los macro nutrientes, necesarios para el crecimiento de las plantas en grandes cantidades, los nutrientes primarios son nitrógeno, fósforo y potasio.

4.2.2.2.1. Nitrógeno

Maldonado, Hernández (1995) y Alsina (1984), coinciden en relatar que la fresa es un cultivo que requiere una cantidad considerable de nitrógeno para su normal desarrollo; además indican que se debe tener extremo cuidado en no sobre dosificar este elemento debido a que la planta se torna susceptible al ataque de plagas y enfermedades. La cantidad que requiere la fresa para su ciclo productivo es de 20 g/m².

Juscafresa, B. (1987), menciona que el nitrógeno es la base de la nutrición de la planta y uno de los componentes más importantes de la materia orgánica. Sin este elemento la planta no puede elaborar las materias de reserva que han de alimentar a sus órganos de desarrollo y crecimiento reduciendo el límite de sus formas y producción de frutos.

4.2.2.2.2. Fósforo

Maldonado y Hernández (1995), indican que el requerimiento de fósforo para el cultivo de fresa es de 10 g/m² de anhídrido fosfórico (P₂O₅), esto dependiendo del resultado que se tenga del análisis de suelos, este elemento se puede encontrar en cualquier fertilizante fosfatado. Además, indican que el fósforo es el responsable del desarrollo radicular, así como de la floración.

Juscafresa, B. (1987), considera que el fósforo es uno de los elementos base e imprescindible a todo vegetal y muy particularmente en la fresa, el fósforo es necesario para el crecimiento y desarrollo de la planta. Por lo regular, el fósforo se encuentra en notables cantidades en el suelo, y en las formas más complejas, como material de reserva y más o menos disponible y asimilable para las plantas, según sea la reacción del suelo contenido de materia orgánica y actividad de las micro bacterias. En consecuencia, las aportaciones de fósforo a la fresa, ya sea a base de superfosfatos u otras procedencias, deben aplicarse en otoño; para que la planta lo encuentre disponible en su reacción primaveral, por necesitar de cierto tiempo de bacterias que han de transformarlo a fin de que la planta pueda absorberlo y asimilarlo, la acción del fósforo en la fresa tiene una gran influencia para precipitar la maduración del fruto, maduración que quedaría un poco retardado con su ausencia.

4.2.2.2.3. Potasio

Maldonado, A. y Hernandez, T. (1995), mencionan que el cultivo de fresa necesita como mínimo 250 Kg de K₂O por hectárea para su normal desarrollo y producción. A pesar de que se afirma que el potasio solo es requerido para aumentar el tamaño de los frutos y flores cumple múltiples funciones, en especial cuando se trata de fijar y estimular el desarrollo de fitoalexinas, que dan mayor resistencia a los tejidos para elevar la resistencia al ataque de plagas y enfermedades.

Nestby citado por **Aguilar, M. (2011)**, manifiesta que la deficiencia de potasio en la fresa puede causar muerte del cáliz si como el marchitamiento del peciolo y pedúnculos, dando como resultado frutos arrugados, la aplicación del potasio no tiene efecto en la firmeza del fruto, pH, ni en la concentración de sólidos solubles.

4.2.2.2.4. Calcio

Orellana, H. (2002), manifiesta que el cultivo de fresa es muy exigente en calcio, especialmente cuando se trata de suelos ácidos, afirma que en una hectárea se necesita por lo menos 240 Kg para mantener la producción de fresa en condiciones normales; pero cuando se tienen suelos ácidos la cantidad de calcio es mucho más, incluso se puede hablar de toneladas.

Juscafresa, B. (1987), indica que la necesidad que tienen las plantas de calcio ha sido reconocida por todos los agrónomos, no obstante desconocer científicamente en que consiste su contribución en la nutrición de las plantas. Aunque el fresa requiere, más bien tierras de naturaleza ácida, las plantas carentes de calcio no pueden vegetar normalmente, desarrollándose con dificultades.

La carencia de calcio en la fresa se traduce, en el engrosamiento del peciolo y del foliolo, reducción de tallos y acortamiento de los estolones y longitud de las raíces, el punto de atrofio en sus extremidades ocasionando en ciertos casos la muerte de la planta.

4.2.2.2.5. Magnesio

Juscafresa, B. (1987), menciona que un suelo carente de magnesio resulta totalmente estéril, siendo muy importante la influencia que ejerce sobre las plantas, particularmente para la formación de clorofila acusándose su presencia en un porcentaje muy notable de su compuesto específico. Su carencia, en la planta se caracteriza por su debilidad y falta de resistencia decolorándose sus hojas por pérdida de clorofila y afectadas después de necrosis se secan prematuramente.

4.2.2.2.6. Azufre

Maldonado, A, y Hernandez, T. (1995), señalan que este elemento no es de vital importancia para los cultivos en general; sin embargo, en zonas donde no llegan las emanaciones de ácido sulfhídrico es necesario aportar en cantidades limitadas.

Juscafresa, B. (1987), menciona que debido a su carencia o incapacidad de asimilarlo las plantas acusan un amarillamiento característico e

inconfundible. La necesidad que las plantas tienen de este elemento ha sido demostrada al ser empleado como fertilizante en sus formas de sulfato, siendo causa un aumento considerable de las cosechas.

4.2.2.3. Los micronutrientes

Lopez, R. (2004), indica que los micronutrientes o micro elementos son el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el zinc (Zn), el cobre (Cu), el molibdeno (Mo), el cloro (Cl) y el boro (B). Ellos son parte de sustancias claves en el crecimiento de la planta, siendo comparables con las vitaminas en la nutrición humana. Son absorbidos en cantidades minúsculas, su rango de provisión óptima es muy pequeño. Su disponibilidad en las plantas depende principalmente de la reacción del suelo. El suministro en exceso de boro puede tener un efecto adverso en la cosecha subsiguiente. Algunos nutrientes benéficos importantes para algunas plantas son el Sodio (Na), por ejemplo, para la remolacha azucarera, y el Silicio (Si), por ejemplo, para las cereales, fortaleciendo su tallo para resistir el vuelco. El Cobalto (Co) es importante en el proceso de fijación de N de las leguminosas. Algunos micro elementos pueden ser tóxicos para las plantas a niveles sólo algo más elevados que lo normal. En la mayoría de los casos esto ocurre cuando el pH es de bajo a muy bajo. La toxicidad del aluminio y del manganeso es la más frecuente, en relación directa con suelos ácidos. Es importante notar que todos los nutrientes, ya sean necesarios en pequeñas o grandes cantidades, cumplen una función específica en el crecimiento de la planta y en la producción alimentaria, y que un nutriente no puede ser sustituido por otro.

4.2.2.4. pH en cultivo de fresa

Milosevic, T. M. (2009), el pH más favorable para la producción de fresas está entre 4,6 y 6,5.

Cieslinski, G. (2004), quien determino que el pH 5,1 y el pH 6,8 tenían efectos diferentes en el desarrollo de las plantas y el rendimiento de las fresas: mejor desarrollo de los macollos y mayor rendimiento a un pH más alto del suelo en cultivares de fresas (Rainier, Totem y Selva) cultivados en condiciones de invernadero en suelo franco arenoso de Parkhill.

4.2.2.5. Composición elemental de las plantas

Cuadro N°04: Valor nutricional de la fresa.

Componente	Contenido en 100 g
Kilocalorías	35 ml
Agua	86 ml
Proteínas	0.7 g
Grasa	0.5 g
Carbohidratos	7 g
Fibra	2.2 g
Potasio	190 mg
Magnesio	12 mg
Provitamina A	5 mcg
Vitamina C	60 mg
Folato	20 mcg
Vitamina E	0.23 mg
Fenoles totales	58 a 210 mg
Antocianinas totales	55 a 145 mg

Fuente: Flórez y Mora, (2010).

4.2.2.6. Variedades de fresa

4.2.2.6.1. Variedad Aromas

Eurosemillas. (2013), la empresa española euro semillas S.A. menciona lo siguiente sobre la variedad Aromas:

Principales características:

Excepcional calidad de fruto y excepcional sabor rendimientos superiores a Selva y Seascape. Alta resistencia a condiciones meteorológicas adversas.

Descripción:

Su principal característica es su excepcional calidad de fruta, buen tamaño de fruta (del orden de 24-26 gramos por fruta) y una planta que es más erecta en comparación con Selva y Seascape.

También produce menos frutas pequeñas, con lo que el porcentaje de desecho es menor que en Selva.

La apariencia de la fruta de Aromas es comparable o mejor que Selva y Seascape, esta es roja oscura y es adaptable tanto para el mercado fresco como para procesado.

La fruta de Aromas es más firme que esta de Selva y Seascape. Sobre todo, Aromas es la variedad de día-neutro a elegir cuando las especiales ventajas de Diamante (excelente sabor para el mercado fresco) no son requeridas.

Resistencia a enfermedades y plagas:

Aromas es bastante resistente a oidio (***Powdery mildew***), anthracnosis y los virus que atacan a fresas en California.

Si se trata propiamente tiene más resistencia que Selva y Seascape a ácaros. Aroma es moderadamente sensible a ***Verticillium wilt***, por lo que plantas madres de calidad y buena preparación del terreno son fundamentales.

Evaluación de resultados de ensayos:

Los ensayos llevados a cabo en Watsonville Research Facility en 1995 y 1996 mostraron que Aromas es la variedad con más rendimiento por planta de todas las variedades de día-neutro ensayadas (Selva, Seascape, Aromas, Diamante y Pacific).

El incremento de rendimiento sobre Seascape, Selva y Pacific fue de entre 10 y 15%.

Aromas es similar a Seascape en requerimientos de recolección de planta madre y en que necesita dos o tres semanas de frío antes de plantarse. Aromas es un poco más tardía (2 o 3 semanas) en iniciar fructificación, pero produce más cantidad de fruta de final de estación.

4.2.2.7. Variedad San Andreas

Eurosemillas. (2013), la empresa española Eurosemillas S.A. menciona lo siguiente sobre la variedad San Andreas:

Principales características:

- Fruta muy firme, más que Candonga, con color rojo medio brillante y sabor y olor excelente.
- Sensible a la carencia de Boro.

- Necesario seleccionar plantas con diámetros de corona de 0,8 cm en adelante y totalmente parada del vivero, en caso contrario mejor será retrasar el arranque.
- Plantaciones tempranas para desarrollar coronas laterales en un marco de 25x25 cm.
- Usar un abono de base que tenga entre 15-20% de N y entre 8-15% P y K según análisis de suelo.
- Muy precoz y productiva, pero hay que ayudar a la planta desarrollar coronas laterales antes que cuaje sus primeras frutas.
- Cortar primeras flores y estolones para estimular el crecimiento, necesitamos 2 o 3 coronas laterales antes de cuajar la fruta.
- Mayor aporte de agua, mantener siempre el lomo húmedo.
- Empezar un programa de nutrición foliar a las 2-3 semanas de plantar.
- Durante las siguientes 6-8 semanas aplicar bastante N para desarrollar coronas laterales.
- Luego bajar la dosis de N y subir la cantidad de K y P no aplicar ácido giberélico.

Descripción:

San Andreas es una variedad de día neutro moderado (remontante), de excelente calidad de fruta (similar a Albión), excelente sabor, con poca necesidad de frío en vivero, resistente a enfermedades.

Es más precoz que Camarosa en plantación de otoño, con curva de producción sin picos y estable durante todo el ciclo, mantiene tamaño hasta final de campaña y muy buena producción.

San Andreas puede significar para el agricultor la mejor variedad para mantener menos trabajadores por hectárea durante más tiempo y evitar el abandono de superficie por falta de mano de obra en los meses de más producción.

San Andreas se adapta muy bien a distintos tipos de plantas (macetas, alveolos, fresca, congelada), fechas de plantación y producción de fruta durante todo el año en distintos países del mundo.

Posiblemente la primera variedad de día neutro que se adapte a los mercados de variedades de día corto. Produce muchos menos estolones que Albión cuando está en producción de fruta.

Resistencia a enfermedades y plagas:

Muy resistente a Phytophthora y Antracnosis, de acuerdo a las inclemencias del tiempo, con menos incidencias de botritis y oídio.

4.2.2.8. Variedad Camino Real

Eurosemillas. (2013), la empresa española Eurosemillas S.A. menciona lo siguiente sobre la variedad Camino Real:

Principales características:

- Producción de fruta de primera calidad superior a Camarosa y Gaviota.
- Planta pequeña y erecta, cual permite grandes densidades de plantación y facilita la recolección.
- Fruta muy resistente a daños por lluvia y sin problemas de polinización, es decir, el porcentaje de deformación es muy bajo.
- Buena adaptación a las condiciones climáticas y de manejo de Huelva.

Descripción:

Variedad de día corto que inicia su producción un poco más tarde que Camarosa. Los rendimientos medios de Camino Real son superiores a aquellos de Camarosa y Gaviota y su porcentaje de fruta de segunda calidad considerablemente más bajo. Las plantas de Camino Real son pequeñas, compactas y fáciles de manejar, su fruta es grande (similar a Camarosa), firme y con color interno y externo más oscuro que Camarosa.

Resistencia a enfermedades y plagas:

Camino Real es una variedad muy tolerante a lluvia, condiciones climatológicas adversas y a enfermedades importantes de suelo como Phytophthora, Verticillium y Anthracnosis. También tiene tolerancia a araña, Xanthomonas y a las manchas comunes de la hoja.

Evaluación de resultados de ensayos:

Los resultados de los ensayos realizados en Irvine (California) y en Huelva (Palos de la Frontera) en el año 2001 mostraron que los rendimientos de fruta de primera calidad de Camino Real son superiores a aquellos de Camarosa y solo superados por Ventana. En los realizados en Santa María (California) en 1998 se llegó a la conclusión que el porcentaje de fruta de segunda de Camino Real es menos de la mitad de este de Camarosa.

Imagen N°3. Formas de frutos variedades de fresa en estudio.



Fuente: Adaptado por Roudeillac y Reschambre 1987.

4.3. Definición de términos o marco conceptual

4.3.1. Sustratos

4.3.1.1. Definición de sustrato

Burés S. (1997), señala que sustrato es cualquier medio que se utilice para el cultivo de plantas en contenedores, donde se entiende por contenedor cualquier recipiente que tenga altura limitada.

Abad B. M. (2004), señala que sustrato es todo material sólido distinto del suelo in situ, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta y que este puede intervenir o no en la nutrición vegetal.

Röber R. (2000), por otro lado, señala que un sustrato hortícola es la tierra para las plantas, como las mezclas a base de turbas y otros materiales, que sirven de ambiente para las raíces.

Kämpf AN. (2006), definen como sustrato para plantas al medio poroso donde se desarrollan las raíces, relacionadas con el cultivo en recipientes fuera del suelo in situ.

4.3.1.2. Inicio del uso de los sustratos

Burés S. (1997), el desarrollo de los sustratos hortícolas tuvo su origen en el cultivo en contenedor o maceta. Desde que se introdujo el cultivo en contenedor, se planteó la necesidad de un cambio conceptual con respecto al cultivo tradicional, apareciendo los sustratos, en sus distintas variantes para sustituir al suelo. El cultivo en maceta tiene probablemente el mismo origen que la jardinería.

Raviv M. y Lieth J.H. (2009), señalan que, en la cultura egipcia, ca. 4000 años de antigüedad, se dibujaron murales en el templo de Deir Al Bahariace que muestran el cultivo de árboles en contenedores de madera o piedra. También, se mencionan que dadas las condiciones de suelos del lugar los árboles eran transportados de su lugar de origen al interior del palacio, por lo que utilizaron probablemente medios de crecimiento más ligeros que el suelo, dado que se recorrían grandes distancias.

- **Ventajas del uso de los sustratos**

Chávez N. (2009), una de las ventajas del uso de sustratos lo constituye el menor control de plagas y enfermedades de la raíz de diversidad de plantas hortícolas, las cuales son comunes cuando se utiliza el suelo como medio de crecimiento. Para el sistema de cultivo en suelo se han desarrollado diversos métodos de desinfección con la finalidad de incrementar rendimiento y calidad de producto.

Frederickson J; Grahan H. Y Hobson A.M. (2007), los desechos orgánicos transformados en sustratos mediante técnicas tales como el compostaje o vermicompostaje proveen propiedades adecuadas para el crecimiento de los cultivos, como la reducción del tamaño de partícula que lleva a una mayor retención del agua por el sustrato, el incremento de la capacidad de intercambio catiónico y mejora la capacidad de aireación, las cuales dependerán de la naturaleza de los materiales.

- **Criterios para la selección de sustratos**

Para elegir un material como sustrato se deben considerar varios aspectos para que el crecimiento de las plantas sea el óptimo.

Dentro de los criterios más importantes se encuentran:

- Que posea propiedades físicas, químicas y biológicas adecuadas para el crecimiento.
- Se debe considerar la relación beneficio/costo.
- Disponibilidad en la región o zona.
- Facilidad de manejo o compatibilidad, en el caso de realizar mezclas de materiales.

Actualmente, existe preocupación mundial por reducir la contaminación y conservar los recursos naturales

Grigatti M; Giorgioni M.E; Cavani L. Y Ciavatta V. (2007), dada esta situación se han considerado otros factores para la selección de sustratos como:

- Que presenten supresividad respecto a patógenos.
- Que sean reciclables.
- Que eviten el lavado de nutrientes.
- Que optimicen el consumo del agua.
- Evitar que causen daño al ambiente.
- Que estén libres de patógenos.

4.3.1.3. Propiedades físicas y químicas de los sustratos

El sustrato debe cumplir con ciertos requerimientos en sus propiedades físicas y químicas, y biológicas si es el caso de materiales orgánicos.

Baixauli C. Aguilar J.M. (2002), las propiedades físicas que usualmente se determinan son el espacio poroso total, capacidad de aireación, capacidad de retención de agua, densidad aparente y densidad real.

- **Espacio poroso total:** Es el total de espacio que no está ocupado por el material sólido que se agrega en la maceta o contenedor y que puede estar ocupado por agua y aire, denominado también como capacidad de retención de agua y capacidad de aire, respectivamente. El espacio poroso total debe ser mayor a 85 %.
- **Capacidad de aire o porosidad de aire:** Se refiere a la proporción de aire en el medio de crecimiento o sustrato y es importante conocerla, ya que las diferentes especies a cultivar tienen diferentes requerimientos o necesidades de aireación.
- **Capacidad de retención del agua:** Es una propiedad importante a evaluar en los sustratos a utilizar y se refiere a la cantidad de agua retenida por el sustrato, y corresponde a la cantidad de agua en el sustrato después de haber drenado, después de que fue agregada al contenedor o maceta.
- **Densidad aparente:** Viene definida como la materia seca en gramos contenida en un centímetro cúbico de medio de cultivo.
- **Densidad real:** Se define como el cociente entre la masa de las partículas del medio de cultivo y el volumen que ocupan, sin considerar los poros y huecos, no depende del grado de compactación, ni del tamaño de partícula.

Alarcón AL. (2000), señala que las propiedades químicas de un sustrato establecen la transferencia de materia entre el sustrato y la disolución, siendo de notable importancia en los materiales orgánicos.

Abad B. (2004), la capacidad de intercambio catiónico (CIC) es una medida de la capacidad de retención de nutrientes, que depende fundamentalmente del pH y del contenido y composición de la materia orgánica y arcilla de la fase sólida, la cual incrementa conforme lo hace el pH.

Capacidad de amortiguamiento del pH. Esta propiedad depende del tipo de sustrato (orgánico o inorgánico) en general, los materiales orgánicos con elevada CIC, la capacidad de amortiguamiento ante cambios de pH es mayor.

Nutrientes. El contenido nutricional entre sustratos es notoriamente variable, pero los materiales compostados, en su mayoría, son los que presentan elevado nivel de nutrientes asimilables en comparación a otros como

la corteza de pino, o bien con los sustratos inorgánicos que por lo general son inertes.

Salinidad. Esta se refiere a la concentración de sales solubles en la solución del sustrato, la cual suele ser elevada en sustratos orgánicos.

Villasmil, M. (2008), las propiedades biológicas se evalúan en los sustratos orgánicos ya que son susceptibles de sufrir descomposición previa a ser empleados o durante su permanencia en la bolsa en vivero. Por esta razón, es importante determinar las características biológicas de los mismos, tales como población microbiana y su relación con la presencia de sustancias reguladoras y evolución del CO₂ como un indicador de la velocidad de descomposición, las cuales aportarán mayor garantía de calidad al sustrato.

4.3.1.4. Tipos de sustrato

Abad, B. (2004), los sustratos se pueden clasificar como materiales orgánicos e inorgánicos.

- **Materiales orgánicos.** Los materiales orgánicos a la vez se pueden subdividir en:
 - **De origen natural** (turba o peat moos).
 - **De síntesis** (espuma de poliuretano, poliestireno expandido).
 - **Residuos y subproductos.** Este tipo de materiales deben ser previamente acondicionados mediante un proceso de compostaje o vermicompostaje.
- **Materiales inorgánicos o minerales.** Estos materiales también se subdividen en:
 1. **De origen natural.** Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, como, por ejemplo: rocas de tipo volcánico como el jal, tezontle, piedra pómez, arena, grava.
 2. **Materiales transformados o tratados industrialmente.** Son obtenidos a partir de rocas o minerales mediante tratamientos físicos y a veces químicos, que modifican las características de los materiales de partida. Algunos ejemplos de estos son la perlita, vermiculita, arcilla expandida y

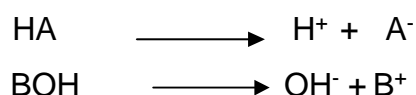
lana de roca.

4.3.2. Conceptos generales de pH

4.3.2.1. Concepto de ácidos y bases

Quaggio, J. (2000), el concepto más antiguo de ácidos y bases fue propuesto por Arrhenius que definía los ácidos como sustancias que, en solución son capaces de donar protones (iones H^+), en cuanto las bases son sustancias donadoras de hidroxilos (iones OH^-)

Esta teoría puede ser mejor entendida a través de la reacción hipotética de disociación de ácido HA o de base BOH

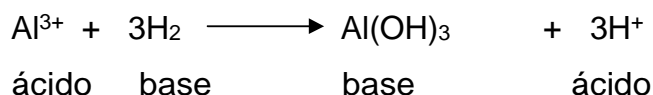


A^- y B^+ representan un anión o un catión cualquiera.

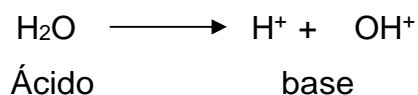
La teoría de Arrhenius no fue suficiente para explicar el carácter ácido o básico de todas las sustancias. En la enciclopedia Encarta (1999), se menciona que esta teoría ha sido objeto de críticas ya que el concepto de ácidos se limita a especies químicas que contienen hidrógeno y las bases solo a los hidroxilos; otra crítica es que la teoría solo se refiere a diluciones acuosas.

En 1923 surge la teoría de Bronsted & Lowry que define los ácidos como donadores de protones y las bases como receptores de protones. En otras palabras, el par ácido-base es definido siempre a través de una reacción.

Un ejemplo de esto puede ser la reacción de hidrólisis del ion aluminio:



Otro buen ejemplo es la reacción de disociación de la molécula del agua:



Valencia, G. (1998), un significado práctico de la expresión logarítmica de los valores de pH es que cada unidad de cambio de los valores de pH corresponde a un incremento de diez veces en la cantidad de acidez o de basicidad del suelo. En otras palabras, un suelo con pH 5 tiene diez veces más H^+ activo que un suelo con pH 6. Esto tiene un enorme significado en la nutrición

de los cultivos y en el manejo efectivo de los fertilizantes.

4.3.2.2. Naturaleza y origen de la acidez del suelo

Quaggio, J. (2000), los suelos pueden ser naturalmente ácidos en razón de la pobreza de bases (calcio, magnesio y potasio) del material de origen; o a través de procesos de formación o de manejo de suelos que causan la pérdida de estas bases y por tanto la acidificación.

4.3.2.3. pH del Suelo

Gavlak, R.G., D.A. Horneck, Y R.O. Miller. (1994), el pH del suelo es una medida de la acidez o de la alcalinidad de la solución del suelo. Por definición, el pH es el negativo del logaritmo de la concentración del ion de hidrógeno [H⁺], es decir:

$$\text{pH} = - \log[\text{H}^+]$$

Se dice que los suelos son ácidos, neutros, o alcalinos (básicos), dependiendo de sus valores de pH, en una escala de 0 a 14. Un pH de 7 es neutro (agua pura), menos de 7 es ácido y mayor a 7 es alcalino. Como el pH es una función logarítmica, cada unidad en la escala del pH es diez veces menos ácida (más alcalina) que la unidad debajo de ella. Por ejemplo, una solución con un pH de 5 tiene una concentración de iones de H⁺ 10 veces mayor que una solución con un pH de 6 y una concentración 100 veces más alta que una solución con pH de 7.

Manifiestan que los suelos minerales ácidos con pH inferiores a 5.0 contienen a menudo cantidades apreciables de Al y de Mn en la solución del suelo, que son perjudiciales para el crecimiento vegetal. El crecimiento óptimo y el uso eficiente de los nutrientes de los fertilizantes en suelos ácidos requieren de la adición de enmiendas para eliminar los efectos tóxicos del Al, H y Mn.

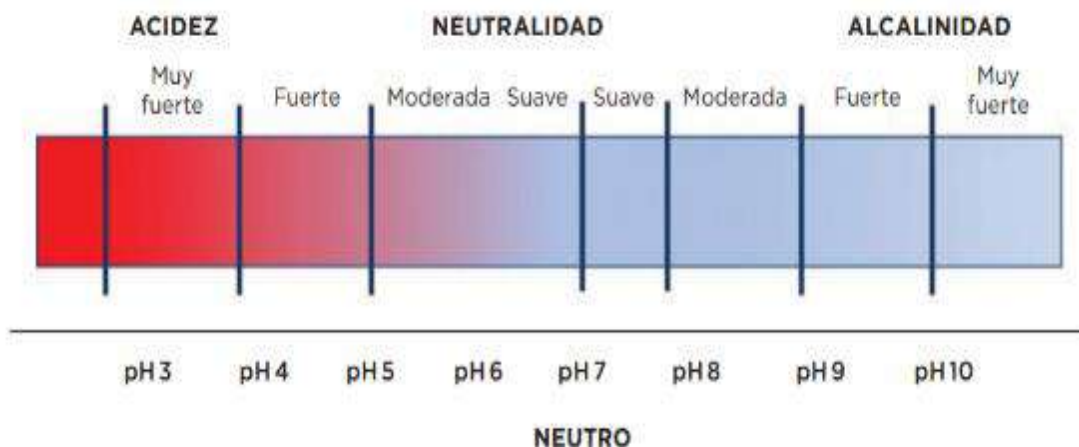
Los microorganismos del suelo no funcionan con eficacia en suelos ácidos. A medida que disminuye el pH del suelo disminuye también la actividad de los microorganismos que descomponen la materia orgánica y proveen nutrientes a las plantas. Aunque estos organismos funcionan mejor en niveles de pH del suelo de 8.0, su eficacia no cae rápidamente hasta que los niveles del pH están por debajo de 6.0. La descomposición de la materia orgánica no solo provee nutrientes, sino que también contribuye a la agregación (agrupamiento) de las

partículas del suelo que genera buena estructura, aireación y drenaje del suelo.

4.3.2.3.1. pH

Toledo, M. (2016), el pH significa potencial de hidrógeno (pondus hydrogenii) y nos da la concentración de hidrógeno en la solución del suelo. Este se mide en una escala que va de 1 a 14, donde siete es la mitad y significa un pH neutro. Cuando el pH es neutro, el contenido de hidrógeno (H^+) en la solución del suelo es igual al contenido de hidróxidos (OH^-). Cuando el pH está por abajo de siete, el suelo es ácido y, en la medida que el pH descende, el suelo se va volviendo aún más ácido. Cuando el pH está por arriba de siete, el suelo es alcalino o básico y se volverá más alcalino en la medida que el pH se incrementa. El pH es un importante índice para diagnóstico del estado de disponibilidad de los nutrientes para las plantas. Aunque las especies de plantas cultivadas tienen ciertas diferencias en cuanto al pH en que se desarrollan mejor, se acepta que, en general, habrá mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas a pH del suelo entre 6.0 y 7.0.

Cuadro N°05: Escala de pH.



Fuente: Mundoagro (2022), escala de pH.

4.3.2.3.2. Efecto del pH en las plantas

Fitzpatrick, E. (1985), cada cultivo crece mejor en un rango de pH específico, la mayoría de las plantas que crecen en suelos minerales se desarrollan bien en un rango de pH 6.0-7.0; para suelos orgánicos los cultivos prefieren un pH 5.5 a 6.0. excepto por pH extremos el número de iones no es

una limitante para el crecimiento de las plantas, las limitantes son algunas condiciones de suelo que se relacionan con el pH y son importantes para las plantas, estas condiciones influyen:

- El pH afecta directamente en la disponibilidad de los nutrientes para las plantas, a diferentes pH los macro y micronutrientes se encuentran disponibles.
- Al tener un pH alcalino, la concentración de aluminio llega a niveles tóxicos, de igual manera sucede con los demás metales.
- La fauna y micro fauna del suelo se ve afectado ya que la disponibilidad de ciertos nutrientes específicos se ve afectada por un pH alcalino o un pH ácido.

4.3.2.3.3. Clasificación de pH

Porta, J; Lopez M. Y Roquero C. (2003), los suelos en zonas agrícolas tienen normalmente valores de pH entre 5,5 y 8,5 (medidos en disolución en agua en proporción 1:2.5). La clasificación del suelo en función del pH se observa en las tablas siguientes.

Cuadro N°06: Clasificación del suelo en función del pH.

Valor de pH	Calificativo
pH < 5	Fuertemente ácido
5 ≤ pH < 6	Francamente ácido
6 ≤ pH < 6,6	Ligeramente ácido
7,3 < pH ≤ 7,7	Neutro
7,3 < pH ≤ 7,7	Ligeramente alcalino
7,7 < pH	Alcalino

Fuente: Porta, J. (2003), interpretación del pH según los criterios USDA.

• pH ÁCIDO

Toledo, M. (2016), cuando el pH se reduce por debajo de 5.5, los niveles de acidez son tan altos que nutrientes como el calcio, magnesio, molibdeno y fósforo pueden no estar tan disponibles para las plantas, las que sufrirán deficiencia nutricional. Además, algunos nutrientes y otros elementos del suelo llegan a volverse tóxicos para las plantas como el hierro, aluminio y manganeso. Además, y en el caso de muchos de los suelos tropicales con altos contenidos de coloides de carga variable, la acidez puede causar pérdidas de

nutrientes catiónicos (como el calcio, magnesio, potasio, amonio) por lavado ya que bajo esta condición de acidez muchos de los coloides de los suelos se vuelven de carga positiva, siendo incapaces de retener los nutrientes de carga positiva o cationes (debido a que las cargas iguales se repelen).

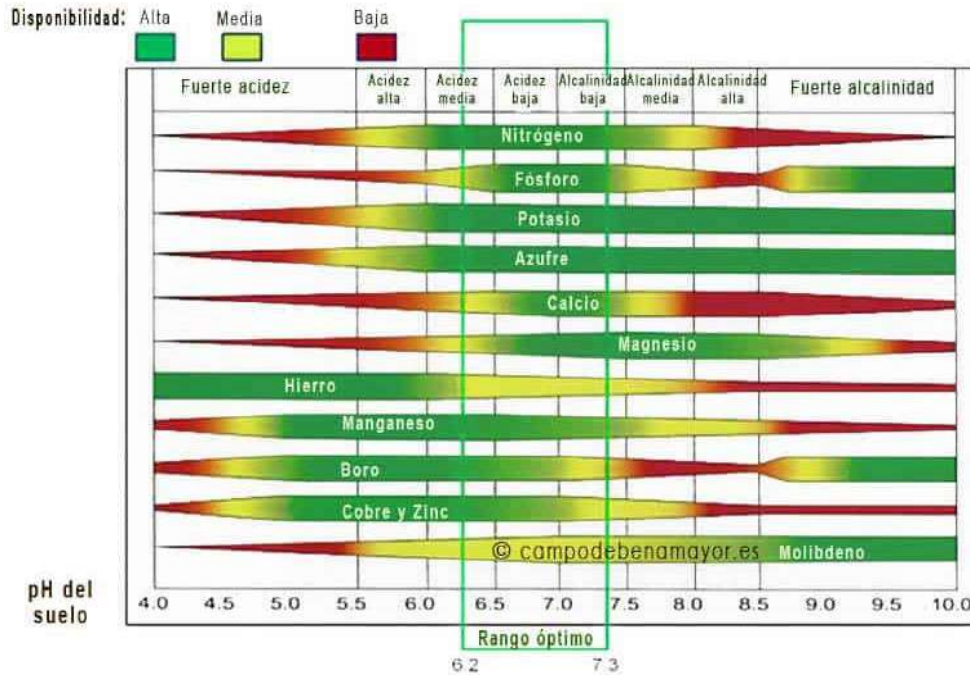
- **pH alcalino o básico**

Toledo, M. (2016), en la medida en que el pH se incrementa por arriba de 7, volviéndose más alcalino, la disponibilidad de nutrientes como hierro, zinc, boro, manganeso y fósforo se reduce, limitándose fuertemente el crecimiento de las plantas. El fósforo es especialmente afectado por la condición del pH del suelo. Este nutriente es más aprovechado por las plantas cuando el rango del pH está entre 6 y 6.5. Por arriba y por debajo de este rango, gran proporción del fósforo forma compuestos no absorbibles por las plantas con elementos como el aluminio, hierro, manganeso y zinc (cuando el pH es ácido) y con calcio (cuando el pH es alto). Esto causa que, para lograr que las plantas absorban algo de este nutriente, se tengan que hacer altas aplicaciones de fertilizantes fosfóricos, lo que viene a encarecer mucho los cultivos sembrados en suelos con el pH fuera del rango adecuado.

4.3.2.3.4. Efecto de pH en la disponibilidad de nutrientes

Plaster, E. (2005), indica que los elementos cambian de forma cuando se produce una reacción sobre ellos esta característica facilita que una planta pueda absorber un elemento o a la vez vuelve incapaz a una planta de usar este elemento, este tipo de reacciones o cambio en los elementos están condicionadas por el pH, la humedad y la temperatura.

Cuadro N°07: pH y disponibilidad de nutrientes.



Fuente: AEFA (Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes).

4.3.2.4. Fuentes de acidez

4.3.2.4.1. Alta caída pluviométrica

Toledo, M. (2016), Uno de los factores de mayor importancia que causa acidez en los suelos, es la lluvia. El peso de la capa de agua dejada por una fuerte lluvia, hace que esta atraviese el suelo hasta estratos profundos para, finalmente, depositarse en algún acuífero subterráneo. Esta capa de agua arrastra consigo nutrientes del suelo, en especial nutrientes catiónicos como el calcio, magnesio y potasio. Estos espacios dejados por los nutrientes son ocupados por hidrógeno (que también tiene carga positiva, H^+), muchos de los cuales provienen directamente del agua o de reacción química, que se dan en el interior del suelo (por ejemplo, cuando el dióxido de carbono reacciona con el agua se libera hidrógeno). Este hidrógeno que queda paulatinamente va volviendo el suelo ácido.

Navarro (2003) citado por Nazar, J. (2015), la acidez aparece normalmente en suelos localizados en regiones de alta pluviometría, los cuales están sometidos a un continuo y amplio lavado de los cationes intercambiables (calcio, magnesio, potasio y sodio) desde el suelo. El continuo lavado va provocando la aparición de una acidez que viene incrementada, al mismo tiempo por la segregación de las raíces y por los compuestos ácidos que se

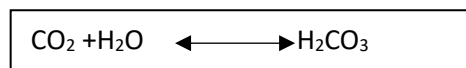
originan en la degradación de la materia orgánica por los microorganismos.

4.3.2.4.2. Altos contenidos de materia orgánica y laboreo del suelo

Bohn, H. (2002) citado por Asqui, C.R. (2018), el hecho de dejar el suelo descubierto aumenta las pérdidas por lixiviación, por otro lado, la preparación de suelo provoca un aumento en la tasa de descomposición de la materia orgánica, la que en su descomposición genera iones hidrógeno.

Espinosa, J. (1987), la materia orgánica del suelo contiene grupos carboxílicos y fenólicos activos que se disocian liberando iones H^+ a la solución del suelo. El contenido de materia orgánica varía del sitio a sitio y por lo tanto su contribución a la acidez del suelo es también variable.

La materia orgánica del suelo se descompone con la ayuda de microorganismos produciendo un constante suplemento de CO_2 que fácilmente se transforma a ácido carbónico (H_2CO_3) de acuerdo a la siguiente reacción:



El H_2CO_3 forma bicarbonatos que fácilmente se combinan con las bases intercambiables del suelo (K, Ca, Mg) y estos compuestos se lavan del perfil llevando de esta forma al suelo a condiciones que desarrollan la acidez.

4.3.2.4.3. Uso de fertilizantes de reacción ácida

Asqui, C.R. (2018), dentro de estos destacan como los más usados los amoniacales, que afectan tanto el pH del suelo como la pérdida de cationes básicos.

Bernier, R. Y Alfaro, M. (2006), actualmente el mercado de los fertilizantes ofrece variados productos que aportan nitrógeno (N) a cultivos y praderas.

El N que se encuentra en los fertilizantes puede estar como nitrato (NO_3^-), como amonio (NH_4^+) o como amida (NH_2), en el caso de la urea.

Las plantas absorben el N preferentemente como nitrato, aunque también absorben amonio. Cuando las plantas absorben N en forma de amonio no se produce la reacción de nitrificación que libera H^+ .

4.3.2.5. Encalado

Bernier, R. Y Alfaro, M. (2006), el encalado consiste en la aplicación de materiales básicos al suelo (enmiendas calcáreas) que neutralizan la acidez. Los materiales que se utilizan son principalmente carbonatos, óxidos, hidróxidos y silicatos de calcio y/o magnesio. Debido a su diferente naturaleza química los productos encalantes presentan una capacidad variable de neutralización.

Werner Y Tisdale (1993) citado por Nazar, J. (2015), la adición de cal, es la adición al suelo de algún compuesto conteniendo calcio, o calcio y magnesio, que es capaz de reducir la acidez, correctamente la cal se refiere tan sólo al óxido cálcico. Los productos que se utilizan como alcalinizantes o correctivos de la acidez del suelo son principalmente: carbonatos, óxidos, hidróxidos y silicatos de Ca y/o Mg. Debido a su diferente naturaleza química, estos materiales presentan una capacidad de neutralización variable.

4.3.2.5.1. Fuentes de encalado

4.3.2.5.1.1. Óxido de calcio (CaO)

Toledo, M. (2016), se le denomina “cal viva” y se obtiene calcinando el carbonato de calcio. Es uno de los materiales más usados para encalar, debido a su mayor velocidad de reacción. Tiene un alto contenido de calcio, hasta 71 %, sin embargo, su manejo debe hacerse con cuidado, ya que puede causar quemaduras a la piel.

4.3.2.5.1.2. Hidróxido de calcio (Ca (OH)₂)

Compillo, R. (2014), se conoce también como cal apagada o cal hidratada. Es una sustancia blanca, polvorienta, difícil y desagradable de manejar. Se prepara hidratando la cal viva. Este material también reacciona también rápidamente en el suelo.

Toledo, M. (2016), se le denomina “cal apagada” y se obtiene hidratando la cal viva. Por lo general, tiene un contenido del 95 % de óxido de calcio (CaO). Su velocidad de reacción es un tanto menor que el de la cal viva, aunque mucho mayor que el de la caliza.

4.3.2.5.1.3. Carbonatos o cales agrícolas

Toledo, M. (2016), carbonato de calcio: (CaCO₃). A este material se le

denomina “caliza” y tiene un equivalente de óxido de calcio (CaO) entre 24 % y 38 %. Se obtiene a partir de las rocas calizas, de la cual forma parte en proporciones entre 60 % y 96 %. El producto empacado puede llevar cierto grado de impurezas como arena, limo y arcilla.

Compillo, R. (2014), carbonato doble de calcio y de magnesio: generalmente conocido como cal dolomítica y su fórmula es $\text{CaCO}_3 \text{MgCO}_3$.

4.3.2.5.1.4. Dolomita

Toledo, M. (2016), cal dolomítica [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$]. Este material contiene alrededor de 21 % de calcio y 13 % de magnesio. Tiene una velocidad de reacción menor al carbonato de calcio. Sin embargo, tiene la ventaja de suplir magnesio, lo cual es ventajoso.

4.3.2.5.1.5. Óxido de magnesio

Toledo, M. (2016), este material está compuesto solo por magnesio (60 %) obtenido a partir de la roca magnesita. Además de ser fuente de magnesio, es ideal para usarse como enmienda para mejorar los suelos ácidos, ya que tiene una capacidad de neutralización de la acidez alta. Se considera que el poder neutralizante del MgO es 19 puntos mayor que el CaCO_3 , por lo que si el CaCO_3 tiene 100 % de poder neutralizante, el del MgO es del 119 %.

4.3.2.5.1.6. Magnesita

Bernier, R. y Alfaro, M. (2006), es un material a base de carbonato de magnesio (MgCO_3), que en su forma pura contiene aproximadamente un 28 % de Mg.

4.3.2.5.2. Métodos de encalado

4.3.2.5.2.1. Método del aluminio

IPNI, (2014), indica que este método se aplica en zonas húmedas o semi húmedas donde los suelos presentan problemas de acidez por lavado y extracción de bases y en otros casos por aluminio, este método es propio para corregir acidez provocado por aluminio.

4.3.2.5.2.2. Método de la saturación de bases

INTA/FAO, (2009), dice que este método consiste para determinar la cantidad de cal necesario para corregir la acidez, una vez conociendo la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y el porcentaje de saturación de

bases actual (%V1) se puede calcular la cantidad de cal.

4.3.2.5.2.3. Método de la incubación

Osorio, N. W. (2008), menciona que el método de la incubación es para obtener los niveles de pH deseados, consiste en laboratorio se aplican cantidades crecientes de material encalante hasta obtener el pH deseado. Este método tiene las siguientes características: las muestras de suelo deben ser mantenidas húmedas, incubar durante 2 a 3 semanas, medir el pH (agua, 1:1-1:2), los datos se obtiene un modelo regresión.

Sims J. T. (1996), indica que la incubación se realiza parte de la fase dos del estudio e implica mezclar un mismo peso de suelo de cada una de las muestras con diferentes cantidades de material encalante las cuales se dejan por cuatro semanas en el laboratorio en condiciones de humedad, a 25°C aproximadamente, para que la reacción química pudiera darse de forma adecuada y su posterior lectura de pH.

4.3.2.5.2.4. Método del MSP

Espinosa, J. Y Molina. E. (1999), mencionan que el uso de la solución tampón SMP buffer (Schoemaker, Mclean y Pratt, 1961) funciona satisfactoriamente en suelos de carga permanente y son recomendados para suelos ácidos dominados por arcillas de tipo 2:1 y para suelos diferentes a Oxisoles, Ultisoles y Andisoles, ya que éstos, presentan carga variable y se estarían sobreestimando las dosis de encalado.

4.3.3. Aspectos generales de riego

4.3.3.1. Riego

Olarte, W. (2002), conceptualiza que el riego, es como la ciencia y el arte de aplicar el agua al perfil del suelo en la cantidad suficiente y en el momento oportuno, para reponer el agua consumida por los cultivos o el agua requerida para suavizarlo y hacerlo laborable para actividades agrícolas.

Baca, C. (2010), menciona que el riego es la aplicación artificial, oportuna y racional del agua al terreno agrícola, con el objeto de satisfacer los requerimientos hídricos de las plantas.

4.3.3.2. Riego tecnificado

López, R; Hernandez, J.M. Perez, A. y Gonzales, J.F. (1997), menciona que el riego tecnificado o la tecnificación de riego se refiere al aprovechamiento

eficiente de los recursos acuíferos, a partir del uso adecuado de la tecnología en beneficio de la agricultura; está diseñado para saber cuándo, cuánto y cómo regar, permitiendo la aplicación en los cultivos de agua, fertilizantes y nutrientes de forma segura.

Esta técnica se puede orientar a la disminución del consumo de agua, reducción de trabajo, facilidad de aplicación, aumento de producción por unidad o superficie y obtención de productos con mejor calidad.

4.3.3.3. Riego por goteo

López, R; Hernandez, J.M. Perez, A. y Gonzales, J.F. (1997), indica que el sistema de riego localizado más popular, el agua circula a presión por la instalación hasta llegar a los goteros, en los que se pierde presión y velocidad, saliendo gota a gota, son utilizados normalmente en cultivos con marco de plantación amplio, cultivo en invernadero, y en algunos cultivos en línea.

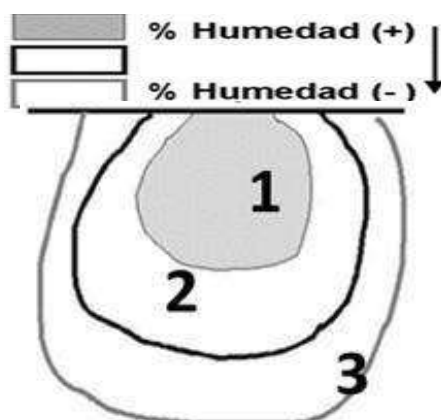
4.3.3.3.1. Ventajas

- El interés del riego, se debe a su capacidad de reducir tanto el consumo de agua como de los costos asociados al riego, especialmente los de mano de obra.
- No favorece al crecimiento de malas hierbas, lo que aumenta la eficacia y reduce los costos de las operaciones de control de malas hierbas.
- Adecuado para el suministro de pequeñas dosis con alta frecuencia lo que permite mantener la mayor parte del suelo en buenas condiciones de aireación y de humedad, evitando el estrés hídrico.
- Los emisores funcionan a presiones muy bajas, normalmente inferiores a 1 bar.

4.3.3.3.2. Desventajas

- Siendo que los orificios de los emisores, por ser muy pequeños, pueden obstruirse fácilmente por partículas minerales o materia orgánica, reduciendo el caudal descargado y afectando la uniformidad de distribución de agua, con los correspondientes perjuicios a los cultivos.
- Algunos suelos no tienen capacidad de infiltración suficiente para infiltrar los caudales descargados, encharcándose o escurriéndose el agua en exceso.

Figura Nº 01: Bulbo húmedo; zonas de contenido de humedad.



Fuente: Pizarro, F. (1996).

4.3.4. Fitotoldos

Lihar, (2023), define que los fitotoldos, también conocidos como mallas de sombreado, son estructuras compuestas por una red de tejido especializado que se utiliza para proteger las plantas del exceso de luz solar y los rayos ultravioletas (UV). Estas estructuras son altamente eficientes para proporcionar sombra y regular la cantidad de luz que llega a las plantas.

Beneficios de los Fitotoldos:

- Regulación de la luz: Los fitotoldos permiten controlar la cantidad de luz solar que reciben las plantas, evitando la exposición excesiva que puede causar daños y estrés. Esto es especialmente importante en cultivos sensibles a la radiación solar intensa.
- Protección contra el calor: Al filtrar la luz solar directa, los fitotoldos ayudan a reducir la temperatura en el entorno de cultivo. Esto es especialmente beneficioso en áreas con climas cálidos y en épocas del año en las que las temperaturas pueden ser extremas.
 - Protección contra los rayos UV: Los rayos ultravioletas pueden ser dañinos para las plantas y afectar su crecimiento y desarrollo. Los fitotoldos actúan como una barrera contra los rayos UV, protegiendo las plantas y minimizando el riesgo de quemaduras solares.
 - Control de plagas: Al igual que los invernaderos, los fitotoldos también pueden ayudar a prevenir la entrada de insectos y plagas en el área de cultivo, reduciendo la necesidad de utilizar pesticidas y productos químicos.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de investigación

El presente estudio es de tipo experimental, de manera que con la hipótesis de este trabajo se pretende demostrar que el rendimiento, características y la rentabilidad están determinadas al efecto del pH y las tres variedades de fresa.

5.2. Campo experimental

El trabajo de investigación se realizó, en el Centro Agronómico K'ayra, ubicado en el distrito de San Jerónimo, provincia y región Cusco. Durante la campaña agrícola 2019 – 2020.

5.3. Ubicación espacial

El campo de investigación se ubicó en los terrenos de la Unidad de Lombricultura del Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA) de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

5.4. Ubicación política

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

5.5. Ubicación geográfica

Altitud	:	3225 m
Longitud	:	71°58' Oeste
Latitud	:	13°50' Sur

5.6. Ubicación hidrográfica

Cuenca	:	Vilcanota
Subcuenca	:	Huatanay
Microcuenca:		Huanacaure

5.7. Ubicación temporal

Inicio: Noviembre del 2019 (enraizado de corona).

Finalización: Abril del 2020 (cosecha).

5.8. Ubicación ecológica

Según Holdridge A., la zona de vida del ámbito de influencia del trabajo de investigación, basado en un promedio de 10 años, con temperatura de 15°C y precipitación anual de 640 mm; está considerada como bosque húmedo montano sub tropical (bh-MS).

5.9. Materiales y métodos

5.9.1. Biológicos

- Coronas de fresa
 - Variedad Aromas
 - Variedad San Andreas
 - Variedad Camino Real

5.9.2. Sustratos agrícolas

- Suelo agrícola
- Residuos orgánicos (tierra negra)

5.9.3. Enmiendas

- Dolomita (Kontay)

5.9.4. Materiales de acondicionamiento del fitotoldo

- Agrofilm (19 metros)
- Malla rashel al 65% (36 metros)
- Alambre galvanizado N° 16 (4 kilos)
- Rollizos 4" x 3m (9 unidades)
- Clavo de 3" (4 kilos)
- Clavo de 1" (2 kilos)

5.9.5. Materiales para instalación de riego

- Tubo PVC 3/4" (0.5 unidades)
- Codo PVC 3/4" (3 unidades)

- Filtro de anillos 3/4" (1 unidad)
- Unión universal hidro rosca hembra 3/4" (2 unidades)
- Válvula de bola PVC rosca hembra 3/4" (1 unidad)
- Niple corto 3/4" (4 unidades)
- Codo rosca 3/4 " - 1" (1 unidad)
- Manguera polietileno HDPE 1" (5 metros)
- Manguera polietileno HDPE 1/2" (1 rollo x 100m)
- Conector inicial, más goma 1/2" (12 unidades)
- Gotero regulable 0-70 L/H (432 unidades)
- Tapon 1" (1 unidad)
- Tapon dentado 1/2" (12 unidades)
- Plástico mulch (45 metros)

5.9.6. Equipos

- Laptop
- Cámara fotográfica
- GPS
- Mochila de aspersion de 15 litros
- Balanza de precisión
- Calculadora

5.9.7. Herramientas

- Pico
- Zapapico
- Martillo
- Clavos
- Wincha
- Pala
- Tijera de podar
- Libreta para apuntes

- Vernier
- Regla milimétrica
- Lápiz

5.10. Metodología

5.10.1. Diseño experimental

Para el presente trabajo de investigación se adoptó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo factorial de 3A x 3B, 9 tratamientos, con 4 repeticiones y un total de 36 unidades experimentales. Para los análisis de datos se utilizó el programa estadístico Infostat con uso herramientas de Excel.

5.10.1.1. Factores en estudio

A. Niveles de pH

1. pH ligeramente ácido (6.0 – 6.6)
2. pH Neutro (6.6 - 7.3)
3. pH ligeramente alcalino (7.3 – 7.7)

Fuente: Porta, J. (2003).

B. Variedades de fresa

1. Aroma
2. San Andreas
3. Camino Real

5.10.1.2. Tratamientos

Cuadro N° 08: Combinación de tratamientos.

N° Tratamientos	Combinaciones	Clave
1	pH ligeramente ácido x Aroma	T1
2	pH ligeramente ácido x San Andreas	T2
3	pH ligeramente ácido x Camino Real	T3
4	pH Neutro x Aroma	T4
5	pH Neutro x San Andreas	T5
6	pH Neutro x Camino Real	T6
7	pH ligeramente alcalino x Aroma	T7
8	pH ligeramente alcalino x San Andreas	T8
9	pH ligeramente alcalino x Camino Real	T9

5.10.1.3. Variables e indicadores

A. Rendimiento:

- Peso del fruto, kg/ha.
- N° de frutos por parcela

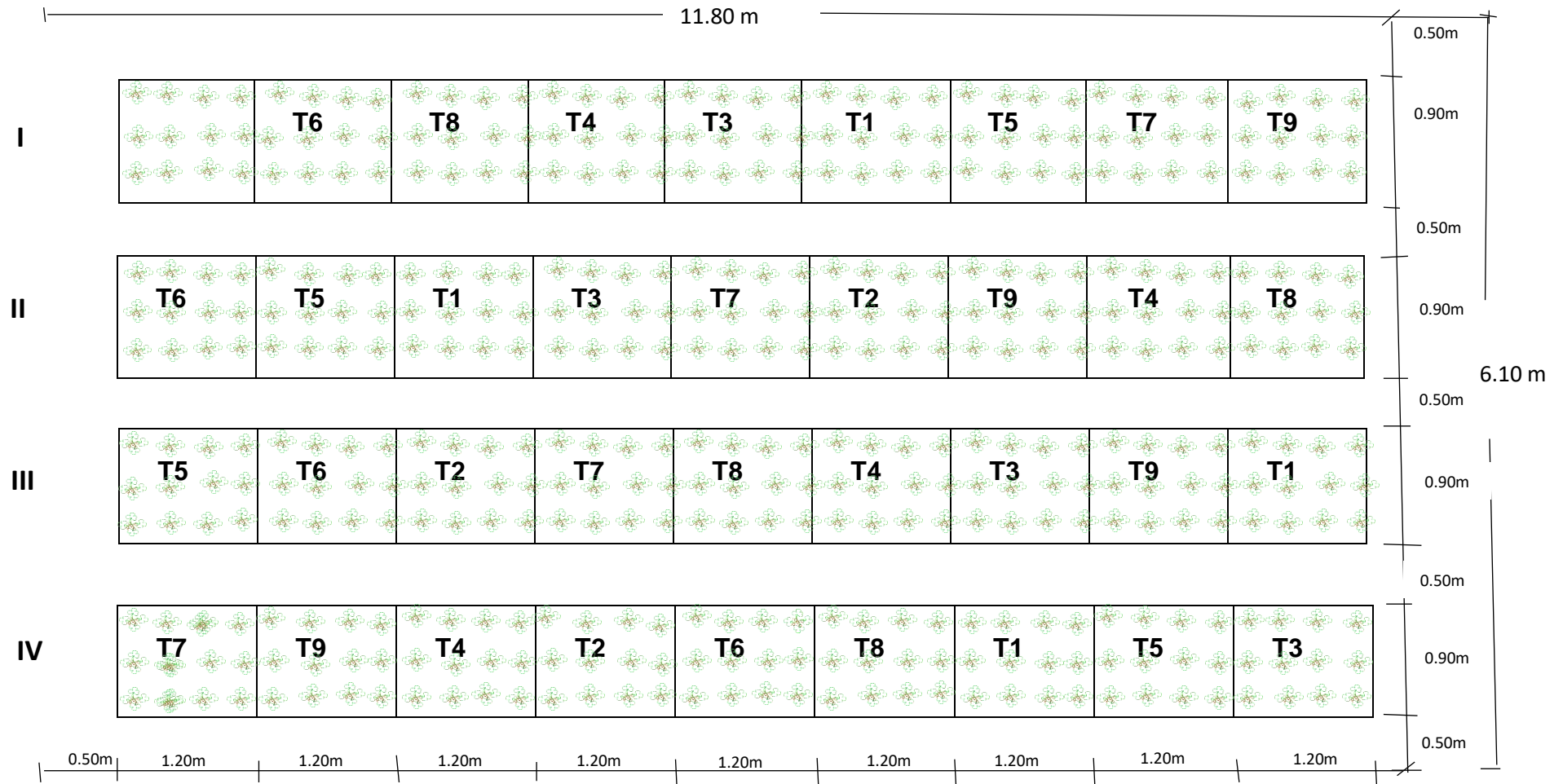
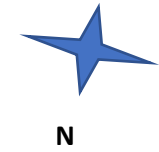
B. Comportamiento agronómico:

- Longitud del fruto, en cm
- Diámetro ecuatorial del fruto, en cm
- Altura de planta, en cm
- Longitud de raíz, en cm

C. Costos de producción:

- Índice de rentabilidad, en %

Figura N° 02 Croquis de ubicación de los tratamientos en el campo experimental.



5.10.1.4. Características del campo experimental

Fitotoldo:

Largo	:	12.10 m
Ancho	:	6.30 m
Área del fitotoldo	:	76.23 m ²

Campo experimental:

Largo	:	11.80 m
Ancho	:	6.10 m
Ancho de calles	:	0.50 m
Área	:	71.98 m ²

Bloque:

Largo	:	10.80 m
Ancho	:	0.90 m
Área	:	9.72 m ²

Parcelas:

Largo	:	1.20 m
Ancho	:	0.90 m
Área	:	1.08 m ²
Área neta a evaluarse	:	0.90 m ²

Densidad:

Distancia entre plantas	:	0.30 m
N° plantas/tratamiento	:	12
N° plantas a evaluarse	:	10
N° plantas/bloque	:	108
N° plantas/Experimento	:	432

5.11. Conducción de la investigación

5.11.1. Construcción de fitotoldo

Considerando, que la fresa es una planta adaptada a climas cálidos y susceptible a la presencia de heladas, se construyó un fitotoldo con palos rollizos de eucalipto (4"X3m) y cintas de madera de montaña (2"x2"), sobre las que sea ha techado con plástico agrofilm; siendo la altura del techo de 2.50 a 3.50 m, y en las paredes laterales se cubrieron con malla rashel de color verde al 65% de sombra.

Fotografía N°01: Construcción de fitotoldo.



5.11.2. Manejo del cultivo

5.11.2.1. Enraizado

Una vez desinfectado el sustrato con fungicida agrícola y sumergido las coronas de fresa en la solución de ACIGIB 10% el sustrato a capacidad de campo se procedió a la plantación de coronas de fresa a una distancia de 4 centímetros de distancia aproximadamente planta a planta ocupando un área total de 9.6m² separados con un cordel en tres partes para cada variedad de fresa para el enraizado de plantas madres a partir de la división de coronas.

Una vez completado la plantación de coronas de fresa la solución de ácido giberelico que se utilizó para sumergir las coronas de fresa se aplicó con la ayuda de una asperjadora manual de 5 litros en toda el área de enraizado, la frecuencia de aplicación solo fue una vez en vista que el crecimiento fue homogénea y en su totalidad. La humedad del sustrato se mantuvo a capacidad de campo, regado con una regadora manual de 5 litros.

Fotografía N°02: Enraizado de las coronas de fresa.



5.11.2.2. Extracción de dolomita

Como cantera para la extracción de dolomita (kontay) se tomó del sector de ladrillaría que está a 1,325m del campo experimental (CISA) ubicado en la provincia de cusco, distrito san jerónimo en la facultad de agronomía y zootecnia. La dolomita se extrajo con el uso de herramientas manuales como: picos y palas que fue transportado en un volquete de 3m³.

Mapa N° 01: Ubicación geografica de la cantera de dolomita.



Fotografia N°03: Extraccion de dolomita de la cantera.



5.11.2.2.1. Calculo para diferentes niveles de pH

Una vez obtenido la dolomita en campo experimental se llevó las muestras a laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco de la facultad de agronomía y zootecnia para determinar las concentraciones de dolomita en los sustratos para obtener los tres niveles de pH del sustrato (pH ligeramente acido, pH neutro, pH ligeramente alcalino) se optó el método de inoculación para determinar las concentraciones de pH deseado.

a. Medición del pH de los sustratos con potenciómetro

La medición de pH se realizó haciendo el uso del potenciómetro digital con temperatura tipo lapicero, en un vaso de vidrio se mesclo muestra y agua en proporción peso/volumen de 1:1. Para este estudio se realizó con el agua de la misma fuente que fue utilizada para el riego.

Características potenciómetro digital con temperatura tipo lapicero pH 009 (III):

Rango de pH	: 0.00 a 14.00.
Rango de Temperatura	: 0°C a 55°C.
Precisión: pH:	: ± 0.1 pH.
Precisión: Temperatura	: ± 1°C.
Dimensiones	: 170mm x 36mm x 23mm.
Peso	: 91 g.

Fotografía N°04: Potenciómetro digital con temperatura tipo lapicero pH 009 (III).



La dolomita (material encalante) se pasó por el tamiz No. 10 (apertura de 2 mm) posteriormente se sometió con agua en una proporción 1:1 en un recipiente de vaso de vidrio, se tapó con tapa para agitar hasta disolver por completo la dolomita, para su posterior lectura dando como resultado en el potenciómetro pH = 8.10.

La tierra agrícola que fue extraída del campo experimental a una profundidad de 0.20cm del centro de investigación en suelos y abonos (CISA) de la facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Fue sometido con agua en una proporción 1:1 en un recipiente de vaso de vidrio, se tapó con tapa para agitar hasta disolver por completo el suelo agrícola, para su posterior lectura dando como resultado en el potenciómetro pH = 6.7.

Para disminuir el pH del suelo agrícola se optó la utilización de residuos orgánicos (tierra negra) que fue extraída de la cantera de comunidad de Conchacalla sector abra Occoruro del distrito de San Jerónimo provincia del Cusco. La muestra fue sometida con agua en una proporción 1:1 en un recipiente de vaso de vidrio, se tapó con tapa para agitar hasta disolver por completo el sustrato residuos orgánicos, para su posterior lectura dando como resultado en el potenciómetro pH = 5.8.

La muestra del sustrato en proporción suelo agrícola 50% + residuos orgánicos 50% homogenizado, posteriormente sometida en proporción 1:1 con agua en un recipiente de vidrio en taponado para agitar hasta disolver por completo luego se tomó las mediciones con el potenciómetro dando como resultado un pH = 6.10, muestra de sustrato que fue tomado para el tratamiento de sustrato con pH ligeramente ácido.

b. Obtención de los tres niveles de pH del sustrato

Método de la incubación

Osorio, N. W. (2008), manifiesta que para determinar los niveles de pH deseado en el sustrato se procedió con el método de incubación que se tiene el siguiente procedimiento según el autor:

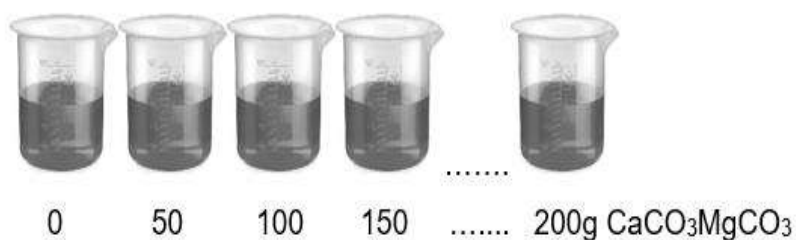
1. En el laboratorio se aplicaron cantidades crecientes de dolomita $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$ sobre una muestra de sustrato de un kg (suelo agrícola + residuos orgánicos) del experimento, sobre el sustrato se agregó progresivamente cantidades de dolomita de 50g en 50g hasta 500g haciendo un total de 10 muestras a incubar para determinar el rango de nivel de pH.

Fotografía N°05: Homogenización de sustrato con dolomita.



Para la incubación se tomó 100g de cada muestra homogenizada, las muestras se trasladaron a los vasos de vidrio, se agregó agua a capacidad de campo y finalmente fueron tapados con papel filtro para garantizar el sellado y la oxigenación.

Figura N° 03: Aumento progresiva cantidades de dolomita.



2. Las muestras de suelo se mantuvieron húmedas (no saturadas), se agregó agua para mantener la humedad a capacidad de campo cada 5 días.
3. Las muestras de suelo se dejaron incubar durante 14 días (dos semanas).

Fotografía N°06: Muestras de sustratos incubados.



4. Después de 14 días se realizaron las lecturas del pH de las muestras de los sustratos, con el potenciómetro en una solución de agua en proporción 1:1. Se tiene el siguiente cuadro.

Fotografía N°07: Lectura de potenciometro.



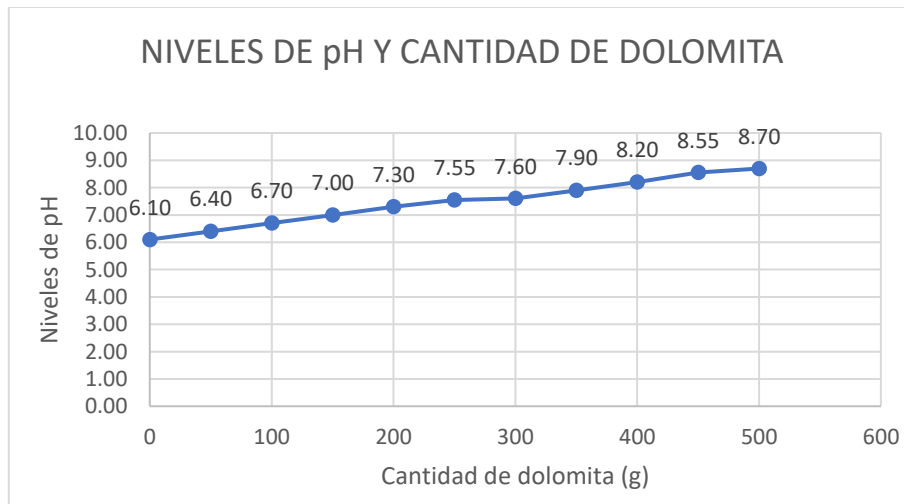
Cuadro N°09: Lectura de niveles de pH en los sustratos incuvados.

REGISTRO DE LOS NIVELES DE PH											
N° DE VECES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
DOLOMITA (g)	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
pH	6,10	6,40	6,70	7,00	7,30	7,55	7,60	7,90	8,20	8,55	8,70
DENOMINACION	LIGERAMENTE ACIDO		NEUTRO			LIGERAMENTE ALCALINO					

Fuente: Elaboración propia.

- Los datos se grafican y se obtienen los niveles de pH deseados de los sustratos de los tratamientos en estudio.

Gráfico N°01: Interacción de pH y sustrato.



Fuente: Elaboración propia.

PORTA, J. (2003), define la clasificación y la denominación del rango de las concentraciones de pH, para los sustratos de los tratamientos del presente estudio se determinó lo siguiente:

- **Para sustrato con pH ligeramente ácido.** - Se tomo el sustrato (suelo agrícola + residuos orgánicos) en proporción 1:1 con un pH 6.10.
- **Para sustrato con pH neutro.** - Se considero la proporción 1 kilogramo de sustrato más 150 gramos de dolomita después de la incubación dando lectura con en el potenciómetro pH 7.00.
- **Para sustrato con pH ligeramente alcalino.** - se consideró las proporciones 1 kilogramo de sustrato más 300 gramos de dolomita después de la incubación dando como lectura con el potenciómetro pH 7.60.

c. Determinación de cantidades de dolomita para unidad experimental

- **Para sustrato con pH ligeramente ácido:** en los tratamientos para nivel de pH ligeramente ácido se tomó el sustrato propiamente dicho que es (suelo agrícola + residuos orgánicos) en proporción 1:1.
- **Para sustrato con pH neutro:** primeramente, se calculó el volumen de unidad experimental (ancho 0.90m x largo 1.20m x altura 0.20m) haciendo calculo volumétrico da como resultado 108 Kg y posteriormente se realizó la conversión de regla de tres simple.

1 kg (sustrato) ----- 150 g (dolomita)

108 kg (sustrato) ----- X g (dolomita)

$$X = 16,200 \text{ g o } 16.2 \text{ kg o } 150\text{t/ha}$$

Para los tratamientos de sustrato con pH neutro se aplicó la cantidad de 16.2 kilogramos de dolomita matizado por el tamiz No. 10 (apertura de 2 mm) que fue homogenizado con el sustrato de los tratamientos.

- **Para sustrato con pH ligeramente alcalino**

1 kg (sustrato) ----- 300 g (dolomita)

108 kg (sustrato) ----- X g (dolomita)

$$X = 32,400 \text{ g o } 32.4 \text{ kg o } 300\text{t/ha}$$

Para los tratamientos de sustrato con pH ligeramente ácido se agregó la cantidad de 32.4 kilogramos de dolomita matizado por el tamiz No. 10 (apertura de 2 mm) que fue homogenizado con el sustrato de los tratamientos.

5.11.2.3. Nivelación

El presente trabajo se realizó utilizando herramientas como: pico, pala, rastrillo y con ayuda de un listón 2"x3"x3m se niveló hasta encontrar superficie plana y firme para luego proseguir con el armazón de cajas de madera para las unidades experimentales.

Fotografía N°08: Nivelación de campo experimental.



5.11.2.4. Preparación de parcelas

Sobre el suelo plano y nivelado superficialmente, según el croquis del campo experimental, se utilizaron tablas o madera de montaña de 0.20 m de ancho (alto de unidad experimental) por 1" de grosor, separadas por más tablas en forma cuadrada ancho 0.90m x largo 1.20m (equivalente a 1.08 m² como área de unidad experimental) haciendo un total de 10.80 m de largo por 1.20 m de ancho por bloque un total de cuatro bloques. Esta acción se tomó para que los tratamientos del experimento no tengan relación o interacción.

Fotografía N°09: Utilización de tablas y armado de cajas para las parcelas.



5.11.2.5.Preparación de sustratos con enmienda

A cada parcela se llenaron con sustratos a base de suelo agrícola y residuos orgánicos (relación 1:1) y sobre ello se agregó dolomita a dosis de 150 y 300 g por parcela para los niveles de pH neutro y pH ligeramente alcalino respectivamente (según los tratamientos en el croquis), posteriormente se realizó la homogenización del sustrato. Inmediatamente después se agregó con agua libre de carbonatos a una humedad a capacidad de campo, posteriormente a una semana del trasplante se voltearon los sustratos a fin de eliminar las malezas que han germinado y/o emergieron.

Fotografía N°10: Homogenización de los sustratos con enmienda.



5.11.2.6.Acolchado de los bloques

Posterior a la preparación de enmiendas con su correspondiente homogenización, nivelación y a capacidad de campo de los sustratos de los 4 bloques del experimento, se extendió con plástico mulch cubriendo sustratos y las conformaciones de cajas de madera haciendo anclaje y tesado con tierra en los pasillos entre bloques.

Fotografía N°11: Acolchado de los bloques.



5.11.2.7. Marcado de agujeros sobre plástico mulch

Después de haber concluido el acolchado de los bloques, se procedió con el marcado sobre el plástico mulch para realizar el perforado, con la ayuda de una tira línea de ocre se marcó 3 líneas a distancia de 0.30m paralelos al bloque (0.90m x10.80m) y líneas transversales a cada 0.30 cm.

Fotografía N°12: Marcado de líneas con tiralinea de ocre.



5.11.2.8. Perforado de plástico mulch

Después de haber concluido con el marcado de líneas con tiralinea de ocre se procedió con la perforación del plástico mulch en los puntos de intersección de las líneas paralelos al bloque y las líneas transversales, esta labor se realizó con la ayuda de una lata de conserva vacía con diámetro de 5cm que se fijó con clavos de 3" a un rollizo. Para realizar la perforación se calentó la lata con fuego hasta alcanzar una temperatura que pueda realizar la perforación sobre el plástico mulch.

Fotografía N°13: Perforado con lata caliente.



5.11.2.9. Instalación de riego por goteo

Se instaló con manguera polietileno HDPE de 1" en el cabezal de riego (cabezal de cada bloque) posteriormente con broca manual se perforó 3 agujeros para cada bloque y un total de 12 agujeros, posteriormente se instaló los conectores iniciales de ½" haciendo 12 hileras en total, dando salida con manguera polietileno HDPE de ½".

Sobre manguera polietileno HDPE de ½" se instaló goteros regulables con un caudal de 01 litros por hora para cada planta de fresa y al final de cada hilera se cerró con tapones dentados de polietileno de ½". El sistema es conectado a un arco de riego que contiene un filtro de anillos para purificar el agua con sus correspondientes llaves de control para su funcionamiento.

Fotografía N°14: instalación de cabezal de riego por goteo.



5.11.2.10. Trasplante

Cuando en el vivero de enraizado las plantitas de fresa presentaron pequeñas radículas de 1 cm de largo y de color blanquecino, se procedió a retirar éstas para trasplantar en los agujeros y hoyos preparados en las parcelas del campo experimental.

Una vez trasplantado las plantas de fresa sobre los sustratos a capacidad de campo se aplicó riego por 1/2 de hora (1/2 litro de agua por planta)

Fotografía N°15: Transplante de las plantas de fresa.



5.11.2.11. Identificación de los tratamientos

Para la identificación de los tratamientos se elaboraron paletas de planchas de aluminio de 1.5 mm y acero corrugado de ¼" unidas mediante la soldadura en forma de paleta, una vez concluido se pintó toda la paleta de color blanco con la pintura esmalte, una vez secado la pintura esmalte se procedió al pintado de las claves de los tratamientos sobre una plantilla de papel A4 con un spray aerosol color negro, después del secado el spray se colocó utilizando el croquis en los respectivos tratamientos.

Fotografía N°16: Colocado de etiquetas de los tratamientos.



5.11.2.12. Riego

A fin de mantener el sustrato a humedad a capacidad de campo, con una frecuencia de riego de dos veces por semana por un tiempo de riego de una hora (01 litros de agua) se abrieron las llaves del arco de riego para dotar de agua para las plantas de fresa mediante los emisores regulables con la técnica de riego por goteo.

Fotografía N°17: Riego por goteo con emisor regulable.



5.11.2.12.1. Sistema de filtro

Para garantizar la funcionalidad del sistema de riego por goteo el agua a utilizar debe de estar libre de impurezas y/o partículas que puedan obstruir los emisores regulables para el goteo, es por tal motivo se implementó un arco de riego compuesto por tres llaves de paso de 1 ½" y sus correspondientes accesorios y un filtro de anillos AZUD de 1 ½" de 120 mesh.

Fotografía N°18: Sistema de filtrado (filtro de anillos).



5.11.2.12.2. Deshierbo

Se eliminaron malezas cada vez que se notó la presencia de estas plantas, la presencia de malezas se observó solamente alrededor de las plantas en los espacios que quedaron libres, pero a medida que la planta de fresa iba desarrollando el cuello de la planta y parte de la corona, estas aumentas su diámetro y los espacios quedan reducidos hasta algunos casos quedando sin espacio por lo que no se tuvo la presencia de malezas.

Una de las cualidades del sistema de acolchado es precisamente que no permite crecer malezas en los espacios cubiertos con el plástico mulch.

Cuando se tuvo la presencia de malezas alrededor de las plantas de fresa la actividad de deshierbo se realizó de forma manual y con ayuda de pequeños “piquillos” así como punzones de palo.

Fotografía N°19: Deshierbo del campo experimental.



5.11.2.13. Eliminación de flores

El proceso de eliminación de flores se realizó a aquellas plantas de fresa, que después del trasplante emitieron floración en etapa de desarrollo, para inducir al buen desarrollo de la planta y homogenizar el inicio de producción. La emisión de flores se observó a partir de 15 días después de trasplante solo en algunas plantas, el procedimiento de castración se realizó hasta el día 45, después de la fecha se dejó la floración y su posterior desarrollo de frutos para las evaluaciones correspondientes

Fotografía N°20: Eliminación de flores en etapa de desarrollo.



5.11.2.14. Eliminación de estolones

los primeros estolones que brotaron se observaron en la variedad de aromas que fue a los 32 días después del trasplante, en segundo lugar, fue la variedad de camino real que fue a los 38 días y como último fue la variedad de san Andreas de fue a los 45 días y en menor cantidad a comparación de las demás variedades.

La eliminación de los estolones se realizó con la ayuda de tijera de podar a fin de inducir mayor desarrollo a la planta, así como a las hojas y flores.

Un aspecto que se observó fue que los estolones que conducen a plantas hijas no pudieron emitir raicillas puesto que se encontraron sobre el plástico, al no encontrar las condiciones para desarrollar sus raíces e independizar su crecimiento, estas siguen siendo alimentados desde la planta madre. Por tanto, división asexual por estolones de plantas de fresa en el sistema de acolchado no se tendrá mayor éxito.

5.11.2.15. Limpieza de plantas

Se realizó limpieza de plantas con la eliminación de hojas viejas, secas y hojas contaminadas con *Botrytis cinérea*, se podaron con la ayuda de una tijera de podar, esta actividad se realizó a fin de inducir mayor desarrollo de hojas y flores, así como para prevenir presencia de posibles plagas y enfermedades.

Una vez cumplido las actividades de castración, eliminación de estolones y limpieza de plantas se realizó una limpieza general al plástico musch, con la ayuda de una manguera a chorro con alta presión se realizó la limpieza sobre el plástico eliminado material vegetal acumulado e impurezas como polvo y/o tierra.

Fotografía N°21: Eliminación de hojas secas.



5.11.2.16. Plagas y enfermedades presentes en el experimento

5.11.2.16.1. Plagas

Durante la conducción del experimento se presentaron las siguientes plagas que se mencionan a continuación.

- **Arañita roja (*Tetranychus sp.*)**

La presencia de esta plaga se observó pasado los 150 días después del trasplante del cultivo, ya cuando las plantas estaban en plena producción; sin embargo, para combatir esta plaga se empleó una acaricida agrícola 10 ml de ACARSTIN L600 + 15 ml de adherente agrícola TRIPLE-A esto se aplicó con una mochilla asperjadora de 15 litros, después de la aplicación desapareció la plaga al 100%.

5.11.2.16.2. Enfermedades

- **Pudrición del fruto (*Botrytis cinérea*)**

También se presentó el ataque de esta enfermedad *Botrytis cinérea*, pero no tuvo mucha incidencia, en tal sentido, no se realizó un control fitosanitario.

Fotografía N°22: Pudrición de fruto.



5.11.2.17. Cosecha

La cosecha se realizó por separado cada tratamiento las plantas a evaluar fueron 12 plantas por tratamiento una vez identificado las plantas a evaluar se procedió a la evaluación de variables como: peso de fruto por parcela, número de frutos por parcela, longitud de fruto, diámetro ecuatorial y altura de planta.

Fotografía N°23 Cosecha de los frutos de fresa.



5.12. Evaluación de variables

Al observar los frutos de fresa en estado de madurez comercial (fruto “pintón” de coloración rojiza), se cosecharon estos de forma manual; evaluando las variables que se describen líneas más abajo. Tomando las 12 plantas de cada tratamiento, se promediaron los resultados por cada variable.

En total, se realizaron 7 cosechas, cada 08 días.

5.12.1. Rendimiento

✓ **Peso del fruto**

Cuando los frutos de fresa ya entraron al estado fenológico de madurez comercial, se cortaron con una tijera de podar en la altura del pedicelo con el sépalo adherido al fruto. Luego se pesaron en una balanza de precisión en gramos para el análisis estadístico.

Para el registro de los datos obtenidos, se elaboró un cuadro para las 12 plantas en evaluación, el registro de los datos de peso del fruto fue acumulativo al final se tubo datos gramos/parcela y que para el análisis estadístico de llevo a kilogramos/hectárea.

Los registros se iban repitiendo en cada cosecha y se fueron acumulando en cada evaluación, para los cálculos estadísticos se tomó el acumulado de los datos obtenidos y su tabularon.

Fotografía 24: Tomando el peso de fruto en una balanza electrónica.



✓ **Número de frutos por parcela**

Una vez cosechado los frutos se contabilizaron en cada evaluación de forma acumulativa en un cuadro de registros, cuyos resultados sirvieron para realizar los cálculos estadísticos.

Los resultados se fueron acumulando en cada evaluación de forma acumulativa en un cuadro de registro de las plantas en evaluación al final se realizó la sumatoria de frutos por parcelas, los datos se tabularon y se hicieron los cálculos estadísticos.

Fotografía 25: Conteo de número de frutos de fresa por variedad.



5.12.2. Comportamiento agronómico

✓ **Longitud del fruto**

Con ayuda de un vernier de 150 mm, se tomó medida en centímetros el lado más largo del fruto; los datos de cada fruto se fueron acumulando en cada evaluación, cuyos resultados al final se realizó el promedio aritmético, los datos se tabularon y se hicieron los cálculos estadísticos.

Fotografía 26: Midiendo longitud del fruto con un vernier.



✓ **Diámetro ecuatorial del fruto**

Durante la cosecha y con ayuda de un vernier de 150 mm se midió en centímetros el diámetro medio del fruto considerando la parte más ancha.

Esta labor se realizó en cada evaluación y los resultados se tomaron en un cuadro de registro de datos para realizar el promedio aritmético, los datos se tabularon y se hicieron los cálculos estadísticos.

Fotografía 27: Midiendo el diámetro ecuatorial del fruto con un vernier.



✓ **Altura de planta**

En la última cosecha se tomó medida con ayuda de una regla milimétrica la altura de planta; desde la parte superficial del sustrato hasta el ápice más largo de las hojas, cuyo promedio de datos sirvieron para los análisis estadísticos.

Fotografía 28: Tomando medida de altura de planta con una regla milimétrica.



✓ **Longitud de raíz**

Al final de la última cosecha de los frutos, se extrajeron las raíces de 12 plantas de fresa y se tomaron las medidas en centímetros, desde la parte superior del cuello de la raíz hasta la parte inferior apical de la raíz principal; luego tomando el promedio aritmético, los datos se tabularon y se hicieron los cálculos estadísticos.

Fotografía 29: Tomando medidas de longitud de raíz.



5.12.3. Índice de rentabilidad

Desde la construcción del fitotoldo, instalación de vivero, trasplante, hasta la cosecha, se registraron los gastos y venta de frutos al mercado de consumo; datos con los que se hicieron los cálculos de costos directos, indirectos, costo total de producción, beneficio costo en soles y cálculo de índice rentabilidad en porcentaje, por tratamiento.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Rendimiento

Cuadro 10: Peso del fruto kg/ha.

Nivel de pH Repeticiones	Ligeramente ácido			Neutro			Ligeramente alcalino			Total
	Variedad Aroma	Variedad San Andreas	Variedad Camino Real	Variedad Aroma	Variedad San Andreas	Variedad Camino Real	Variedad Aroma	Variedad San Andreas	Variedad Camino Real	
I	6888.889	7377.778	4533.333	8288.889	5033.333	5622.222	7600.000	8055.556	12233.333	65633.333
II	8044.444	9822.222	8155.556	8800.000	7322.222	7333.333	7455.556	8777.778	13844.444	79555.556
III	9911.111	9177.778	6211.111	7311.111	8744.444	8233.333	4500.000	7344.444	8166.667	69600.000
IV	9455.556	6055.556	7900.000	4377.778	5655.556	7422.222	6711.111	6566.667	13677.778	67822.222
Suma	34300.000	32433.333	26800.000	28777.778	26755.556	28611.111	26266.667	30744.444	47922.222	282611.111
Promedio	8575.000	8108.333	6700.000	7194.444	6688.889	7152.778	6566.667	7686.111	11980.556	7850.309
Nivel de pH	Ligeramente ácido Suma = 93533.333 Promedio = 7794.444			Neutro Suma = 84144.444 Promedio = 7012.037			Ligeramente alcalino Suma = 104933.333 Promedio = 8744.444			282611.111 7850.309
Variedad	Variedad Aroma Suma = 89344.444 Promedio = 7445.370			Variedad San Andreas Suma = 89933.333 Promedio = 7494.444			Variedad Camino Real Suma = 103333.333 Promedio = 8611.111			282611.111 7850.309

Cuadro N°11: ANVA para peso del fruto kg/ha.

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	12619406.722	4206468.907	1.578	3.010	4.720	NS. NS.
Tratamientos	8	91656817.558	11457102.195	4.298	2.360	3.360	**
Nivel de pH	2	18063587.106	9031793.553	3.388	3.400	5.610	NS. NS.
Variedad	2	10433216.735	5216608.368	1.957	3.400	5.610	NS. NS.
Interacción pH * V	4	63160013.717	15790003.429	5.924	2.780	4.220	**
Error	24	63972043.896	2665501.829				
Total	35	168248268.176	CV = 20.80%				

Del cuadro 11 del ANVA para peso del fruto por parcela se desprende que, no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 20.80% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. Muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos e interacción nivel de pH*variedad; no hay diferencias significativas en nivel de pH y variedad.

Cuadro N°12: Prueba Tukey de tratamientos para peso del fruto kg/ha.

ALS (5%)= 3926,49

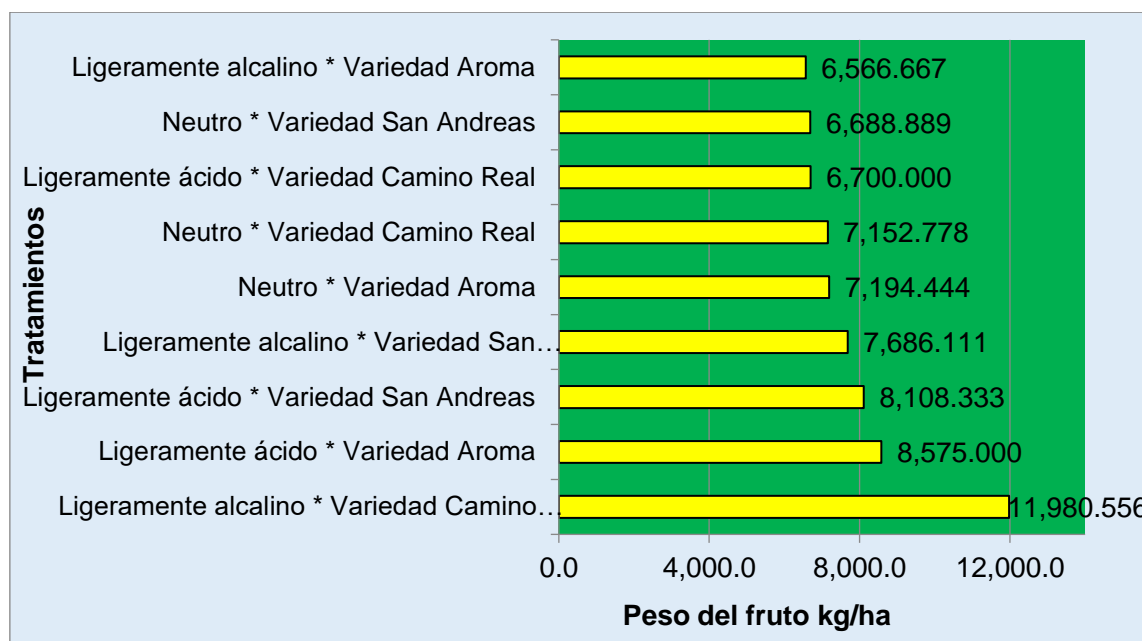
ALS (1%)= 4742,81

Orden de Mérito	Tratamientos	Peso del fruto kg/ha	Significación	
			5%	1%
I	(T9) Ligeramente alcalino * Variedad Camino Real	11,980.556	a	a
II	(T1) Ligeramente ácido * Variedad Aroma	8,575.000	a b	a b
III	(T2) Ligeramente ácido * Variedad San Andreas	8,108.333	a b	a b
IV	(T8) Ligeramente alcalino * Variedad San Andreas	7,686.111	b	a b
V	(T4) Neutro * Variedad Aroma	7,194.444	b	b
VI	(T6) Neutro * Variedad Camino Real	7,152.778	b	b
VII	(T3) Ligeramente ácido * Variedad Camino Real	6,700.000	b	b
VIII	(T5) Neutro * Variedad San Andreas	6,688.889	b	b
IX	(T7) Ligeramente alcalino * Variedad Aroma	6,566.667	b	b

Del cuadro 12 de prueba de Tukey de tratamientos para peso del fruto por parcela se desprende que, al 1% de significancia el tratamiento de pH ligeramente alcalino*variedad Camino Real (T9), pH ligeramente ácido * variedad Aroma (T1), pH ligeramente ácido * variedad San Andreas (T2) y pH ligeramente alcalino * variedad San Andreas (T8), con 11,980.556, 8,575.000, 8,108.333, 7,686.111 kg/ha, respectivamente, ocuparon los primeros lugares y fueron superiores en peso

del fruto por ha a los demás tratamientos; en tanto, el tratamiento de pH ligeramente alcalino*variedad Aroma (T7) con 6,566.667kg/ha ocupó el último lugar. Esta superioridad se debe a las características genéticas de las variedades y las condiciones ambientales del fitotoldo; más no a las concentraciones de pH, debido a que el periodo vegetativo de las plantas de fresa fue de 4 a 5 meses en promedio.

Gráfico N°02: Peso del fruto kg/ha para tratamientos.



Cuadro N°13: Ordenamiento interacción Nivel de pH * Variedad fresa para peso del fruto kg/ha.

Variedad fresa	Nivel de pH	Nivel de pH			Total
		Ligeramente ácido	Neutro	Ligeramente alcalino	
Variedad Aroma	Suma	34,300.000	28,777.778	26,266.667	89,344.444
	Prom.	8,575.000	7,194.444	6,566.667	
Variedad San Andreas	Suma	32,433.333	26,755.556	30,744.444	89,933.333
	Prom.	8,108.333	6,688.889	7,686.111	
Variedad Camino Real	Suma	26,800.000	28,611.111	47,922.222	103,333.333
	Prom.	6,700.000	7,152.778	11,980.556	
		93,533.333	84,144.444	104,933.333	282,611.111

Cuadro N°14: ANVA auxiliar para interacción Nivel de pH * Variedad fresa para peso del fruto kg/ha.

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Ft.		Grado de Signif.
					5%	1%	
Var. Aroma * Nivel de pH.	02	8444588.477	4222294.239	1.584	3.400	5.610	NS. NS.
Var. San Andreas * Nivel de pH.	02	4250061.728	2125030.864	0.797	0.025	0.005	NS. NS.
Var. Camino Real * Nivel de pH.	02	68528950.617	34264475.309	12.855	3.400	5.610	* *
Error	24	63972043.896	2665501.829				

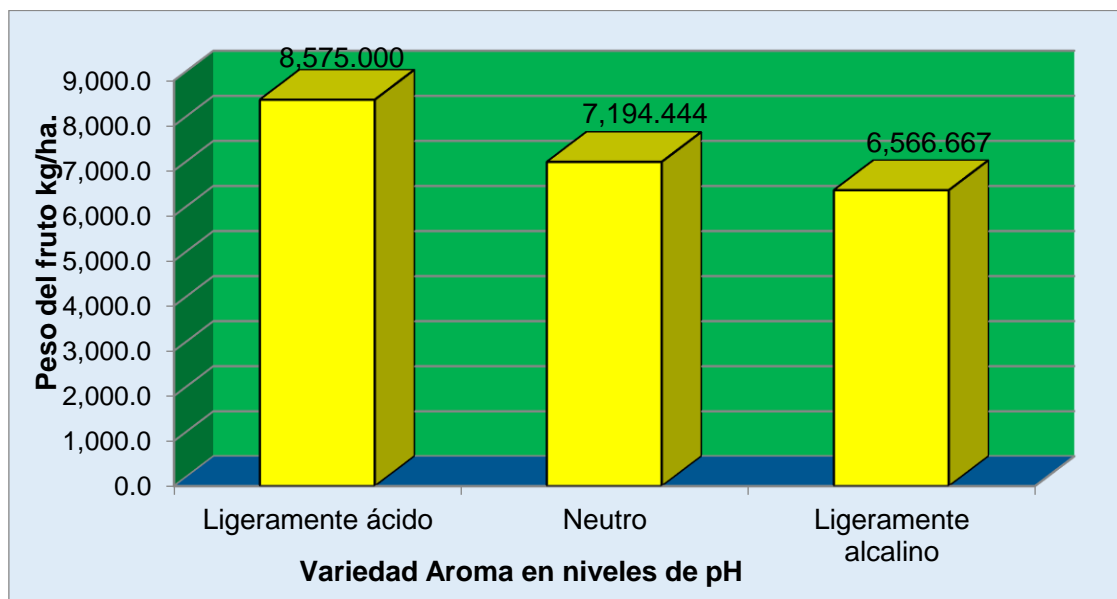
De cuadro 14 las variedades de fresa Aroma y San Andreas no presenta interacción en los tres niveles de pH en el sustrato. La variedad camino real presenta interacción con los tres niveles de pH en el sustrato utilizado hasta con 1% de confianza.

Cuadro N°15: Ordenamiento variedad Aroma en nivel de pH para peso del fruto kg/ha.

Orden de Mérito	Variedad Aroma en la Nivel de pH	Peso del fruto kg/ha
I	Ligeramente ácido	8,575.000
II	Neutro	7,194.444
III	Ligeramente alcalino	6,566.667

De cuadro 15 ordenamiento de variedad Aroma de fresa en nivel de pH para peso del fruto por parcela, se desprende que, el efecto del pH ligeramente ácido, con 8,575.000 kg/ha es superior estadísticamente a los demás niveles de pH; en último lugar, ocupa el de pH ligeramente alcalino con 6,566.667 kg/ha. Lo que refleja que, los niveles de pH no tuvieron efecto sobre el peso del fruto de fresa; debido a que los niveles de pH ligeramente alcalino, neutro y ligeramente ácido no afectaron en los procesos metabólicos de esta planta frutícola.

Gráfico N°03: Peso del fruto kg/ha para variedad Aroma en niveles de pH.

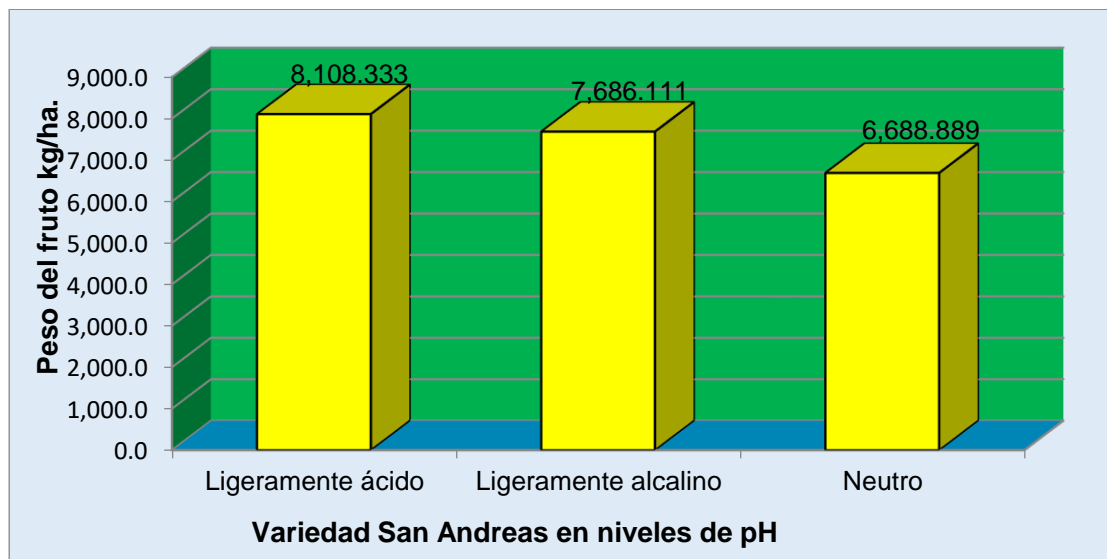


Cuadro N°16: Ordenamiento variedad San Andreas en niveles de pH para peso del fruto kg/ha.

Orden de Mérito	Variedad San Andreas en niveles de pH	Peso del fruto kg/ha
I	Ligeramente ácido	8,108.333
II	Ligeramente alcalino	7,686.111
III	Neutro	6,688.889

Del cuadro 16 ordenamiento de variedad San Andreas de fresa en niveles de pH para peso del fruto por parcela de fresa, se desprende que, el efecto del pH ligeramente ácido, con 8,108.333 kg/ha es superior estadísticamente a los demás niveles; en último lugar, ocupa el de pH neutro con 6,688.889 kg/ha. Lo que refleja que, los niveles de pH no tuvieron efecto sobre el peso del fruto de fresa; debido a que los niveles de pH ligeramente ácido, ligeramente alcalino y neutro no afectaron en los procesos metabólicos de esta planta frutícola.

Gráfico N°04: Peso del fruto kg/ha para variedad San Andreas en niveles de pH.



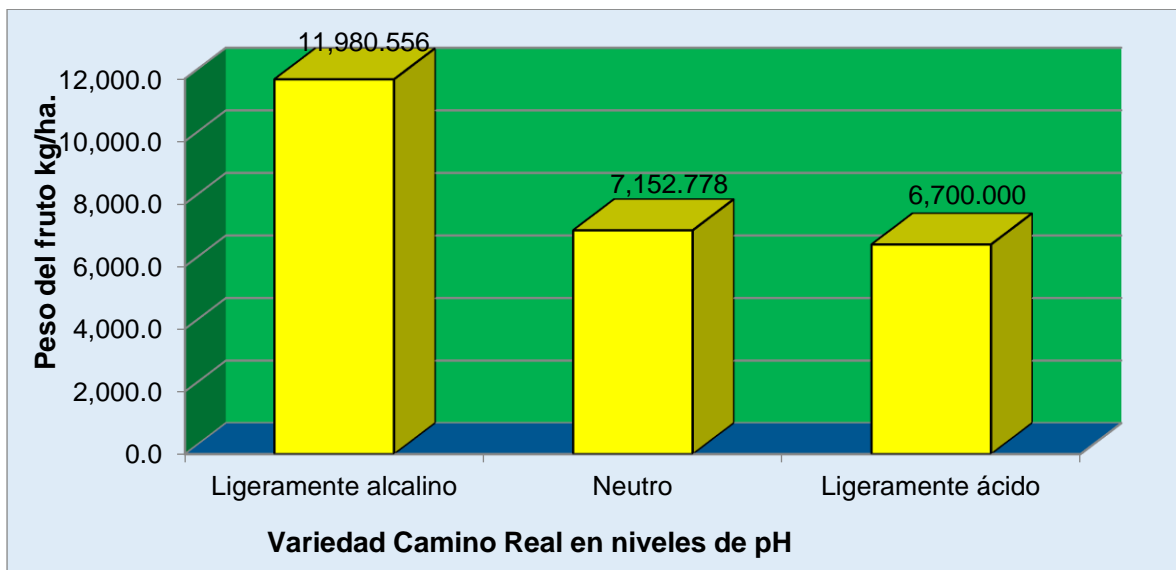
Cuadro N°17: Prueba Tukey variedad Camino Real en niveles de pH para peso del fruto kg/ha.

Orden de Mérito	Variedad Camino Real en niveles de pH	Peso del fruto kg/ha	Significación	
			5%	1%
I	Ligeramente alcalino	11,980.556	a	a
II	Neutro	7,152.778	b	b
III	Ligeramente ácido	6,700.000	b	b

ALS (5%)= 2881.60 ALS (1%)= 3714.25

Del cuadro 17 de prueba de Tukey la interacción de variedad Camino Real de fresa en nivel de pH para peso del fruto por parcela, se desprende que, al 1% de significancia el efecto del pH ligeramente alcalino con 11,980.556 kg/ha es estadísticamente superior a los demás niveles; pH neutro y el de pH ligeramente ácido con 7,152.778, 6,700.000 kg/ha respectivamente fueron inferiores. Lo que refleja que, los niveles de pH no tuvieron efecto sobre el peso del fruto de fresa; sin embargo, la superioridad se debe a las características genéticas de la variedad.

Gráfico N°05: Peso del fruto kg/ha para variedad Camino Real en niveles de pH.



Cuadro N°18: Número de frutos por parcela.

Nivel de pH	Ligeramente ácido			Neutro			Ligeramente alcalino			Total
	Variedad Aroma	Variedad San Andreas	Variedad Camino Real	Variedad Aroma	Variedad San Andreas	Variedad Camino Real	Variedad Aroma	Variedad San Andreas	Variedad Camino Real	
Repeticiones										
I	34.00	26.000	22.000	32.000	26.000	23.000	29.000	34.000	51.000	277.000
II	23.00	35.000	34.000	36.000	31.000	27.000	29.000	38.000	61.000	314.000
III	36.00	34.000	27.000	42.000	37.000	34.000	26.000	27.000	38.000	301.000
IV	39.00	25.000	31.000	18.000	26.000	28.000	24.000	28.000	51.000	270.000
Suma	132.00	120.000	114.000	128.000	120.000	112.000	108.000	127.000	201.000	1,162.000
Promedio	33.00	30.000	28.500	32.000	30.000	28.000	27.000	31.750	50.250	32.278
Nivel de pH	Ligeramente ácido			Neutro			Ligeramente alcalino			
	Suma =	366.000		Suma =	360.000		Suma =	436.000		1,162.000
	Promedio=	30.500		Promedio=	30.000		Promedio=	36.333		32.278
Variedad	Variedad Aroma			Variedad San Andreas			Variedad Camino Real			
	Suma =	368.000		Suma =	367.000		Suma =	427.000		1,162.000
	Promedio=	30.667		Promedio=	30.583		Promedio=	35.583		32.278

Cuadro N°19: ANVA para número de frutos por parcela.

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	140.556	46.852	1.136	3.010	4.720	NS. NS.
Tratamientos	8	1,578.722	197.340	4.784	2.360	3.360	**
Nivel de pH	2	297.556	148.778	3.607	3.400	5.610	* NS.
Variedad	2	196.722	98.361	2.385	3.400	5.610	NS. NS.
Interacción pH * V	4	1,084.444	271.111	6.573	2.780	4.220	**
Error	24	989.944	41.248				
Total	35	2,709.222	CV =	19.90%			

Del cuadro 19 del ANVA para número de frutos por parcela se desprende que, no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 19.90% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. Muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos e interacción nivel de pH*variedad; significativa al 5% y no hay diferencias significativas al 1% entre niveles de pH, y no hay diferencias significativas en entre variedad.

Cuadro N°20: Prueba Tukey de tratamientos para número de frutos por parcela.

ALS (5%)= 15.45

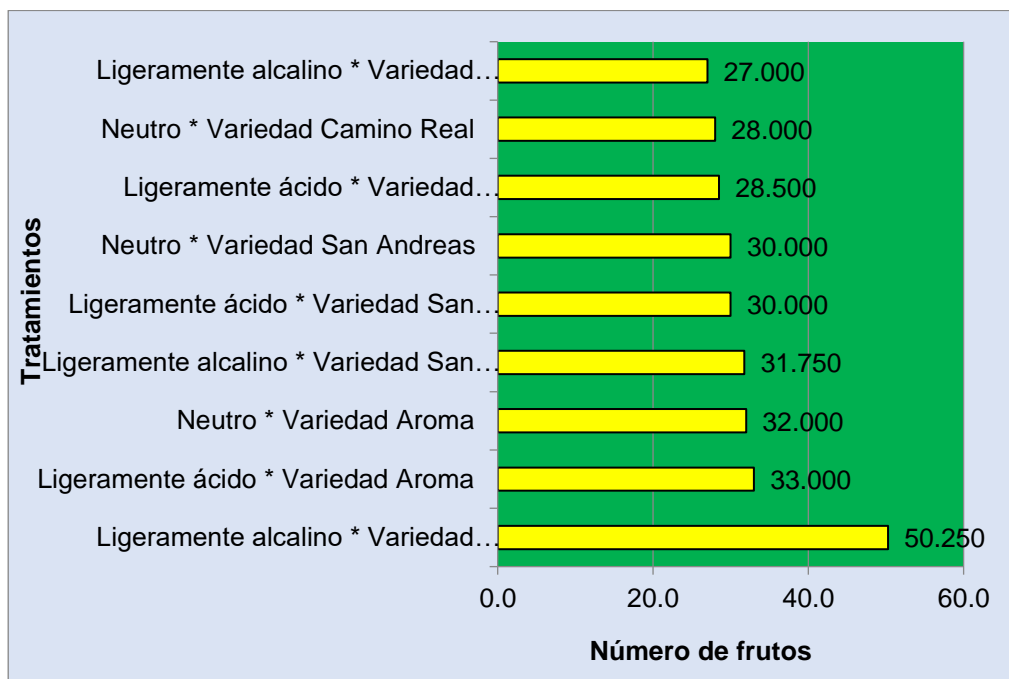
ALS (1%)= 18.66

Orden de Mérito	Tratamientos	Número de frutos	Significación	
			5%	1%
I	(T9) pH Ligeramente alcalino * Variedad Camino Real	50.250	a	a
II	(T1) pH Ligeramente ácido * Variedad Aroma	33.000	b	a b
III	(T4) pH Neutro * Variedad Aroma	32.000	b	a b
IV	(T8) pH Ligeramente alcalino * Variedad San Andreas	31.750	b	a b
V	(T2) pH Ligeramente ácido * Variedad San Andreas	30.000	b	b
VI	(T5) pH Neutro * Variedad San Andreas	30.000	b	b
VII	(T3) pH Ligeramente ácido * Variedad Camino Real	28.500	b	b
VIII	(T6) pH Neutro * Variedad Camino Real	28.000	b	b
IX	(T7) pH Ligeramente alcalino * Variedad Aroma	27.000	b	b

Del cuadro 20 de prueba de Tukey de tratamientos para número de frutos por parcela se desprende que, al 1% de significancia el tratamiento de pH ligeramente alcalino*variedad Camino Real (T9), pH ligeramente ácido * variedad Aroma (T1),

pH neutro*Variedad Aroma (T4) y pH ligeramente alcalino*variedad San Andreas (T8), con 50.250, 33.000, 32.000 y 31.750 frutos/parcela, respectivamente, ocuparon los primeros lugares y fueron superiores en número de frutos por parcela a los demás tratamientos; en tanto, el tratamiento de pH ligeramente alcalino*variedad Aroma(T7) con 27.000 frutos por parcela ocupó el último lugar. Esta superioridad se debe a las características genéticas de las variedades y las condiciones ambientales del fitotoldo; más no a los niveles de pH, debido a que el periodo vegetativo de las plantas de fresa fue de 4 a 5 meses en promedio.

Gráfico N°06: Número de frutos por parcela para tratamientos.



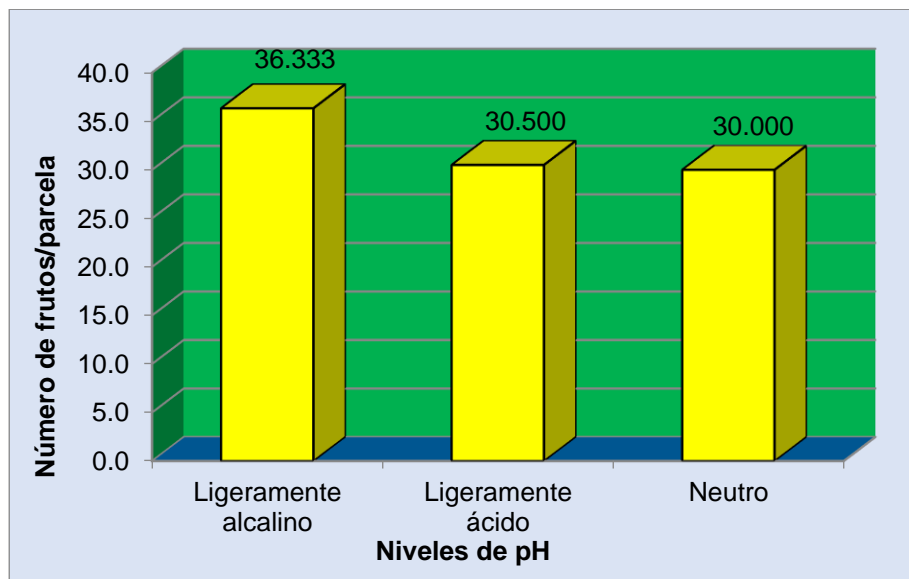
Cuadro N°21: Prueba Tukey de niveles de pH para número de frutos por parcela.

ALS (5%)= 6.54

Orden de Mérito	Nivel de pH	Número de frutos	Significación
			5%
I	Ligeramente alcalino	36.333	a
II	Ligeramente ácido	30.500	a
III	Neutro	30.000	a

Del cuadro 21 de prueba de Tukey de nivel de pH para número de frutos por parcela se desprende que, estadísticamente al 5% de significancia el nivel de pH ligeramente alcalino con 36.333 frutos es superior a los niveles de pH ligeramente ácido con 30.500 y pH neutro con 30.000 frutos. Esta superioridad se debe a la mayor concentración de elementos básicos que sirvieron como elementos que reaccionaron frente a los elementos ácidos del suelo, y a la vez sirvieron de nutrientes para el cultivo de fresa.

Gráfico N°07: Número de frutos por parcela para niveles de pH.



Cuadro N°22: Ordenamiento interacción nivel de pH * variedad fresa para número de frutos por parcela.

Variedad fresa	Nivel de pH	Ligeramente ácido	Neutro	Ligeramente alcalino	Total
	Variedad Aroma	Suma	132.000	128.000	108.000
	Prom.	33.000	32.000	27.000	
Variedad San Andreas	Suma	120.000	120.000	127.000	367.000
	Prom.	30.000	30.000	31.750	
Variedad Camino Real	Suma	114.000	112.000	201.000	427.000
	Prom.	28.500	28.000	50.250	
		366.000	360.000	436.000	1,162.000

Cuadro N°23: ANVA auxiliar para interacción nivel de pH * variedad fresa para número de frutos por parcela.

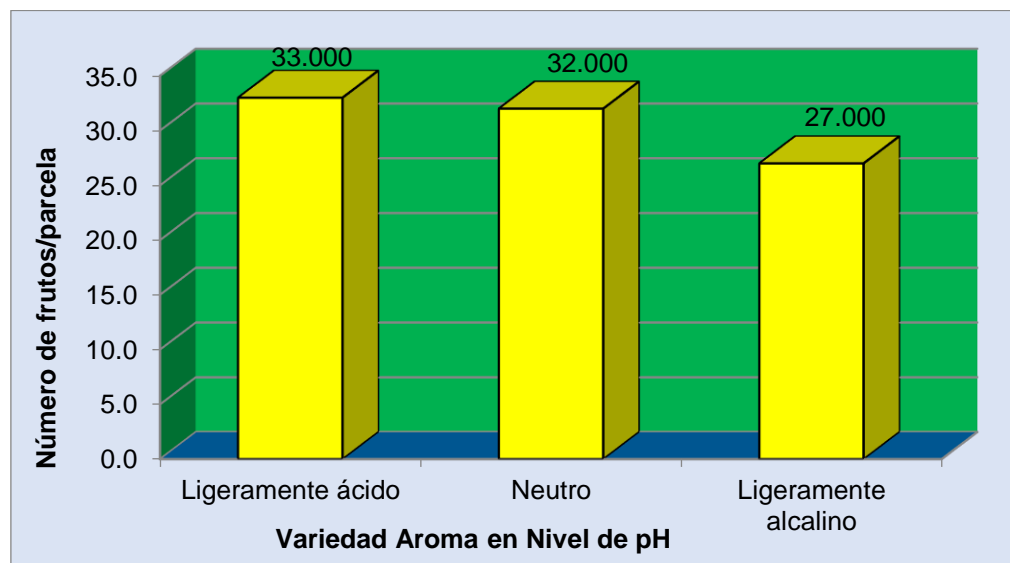
F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Ft.		Grado de Signif.
					5%	1%	
-Var. Aroma * Nivel de pH	2	82.667	41.333	1.002	3.400	5.610	NS. NS.
-Var. San Andreas * Nivel de pH	2	8.167	4.083	0.099	0.025	0.005	NS. NS.
-Var. Camino Real * Nivel de pH	2	1,291.167	645.583	15.651	3.400	5.610	**
Error	24	989.944	41.248				

Cuadro N°24: Ordenamiento variedad aroma en nivel de pH para número de frutos por parcela.

Orden de Mérito	Variedad Aroma en Niveles de pH	Número de frutos
I	Ligeramente ácido	33.000
II	Neutro	32.000
III	Ligeramente alcalino	27.000

De cuadro 24 ordenamiento de variedad Aroma de fresa en nivel de pH para número de frutos por parcela, se desprende que, el efecto del pH ligeramente ácido, con 33.000 frutos es superior estadísticamente a los demás niveles; en último lugar, ocupa el de pH ligeramente alcalino con 27.000 frutos. Lo que refleja que, los niveles de pH no tuvieron efecto sobre el número de frutos por parcela de la variedad Aroma de fresa; debido a que los niveles de pH ligeramente ácido, ligeramente ácido y neutro no afectaron en los procesos metabólicos de esta variedad de planta.

Gráfico N°08: Número de frutos por parcela para variedad Aroma en nivel de pH.

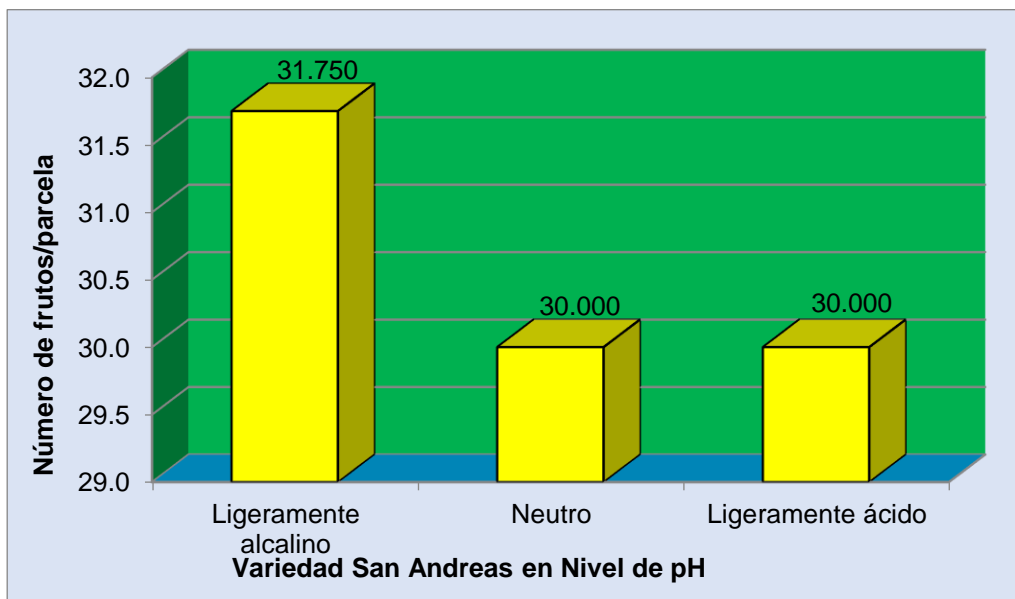


Cuadro N°25: Ordenamiento variedad San Andreas en nivel de pH para número de frutos por parcela.

Orden de Mérito	Variedad San Andreas en Niveles de pH	Número de frutos
I	Ligeramente alcalino	31.750
II	Neutro	30.000
III	Ligeramente ácido	30.000

De cuadro 25 ordenamiento de variedad San Andreas de fresa en nivel de pH para número de frutos por parcela, se desprende que, el efecto del pH ligeramente alcalino, con 31.750 es superior estadísticamente a los demás niveles; en último lugar, ocupa el de pH ligeramente ácido con 30.000 frutos. Lo que refleja que, los niveles de pH no tuvieron efecto sobre el número de frutos/planta de la variedad San Andreas de fresa; debido a que los niveles de pH ligeramente ácido, ligeramente ácido y neutro no afectaron en los procesos metabólicos de esta variedad de planta.

Gráfico N°09: Número de frutos por parcela para variedad San Andreas en niveles de pH.



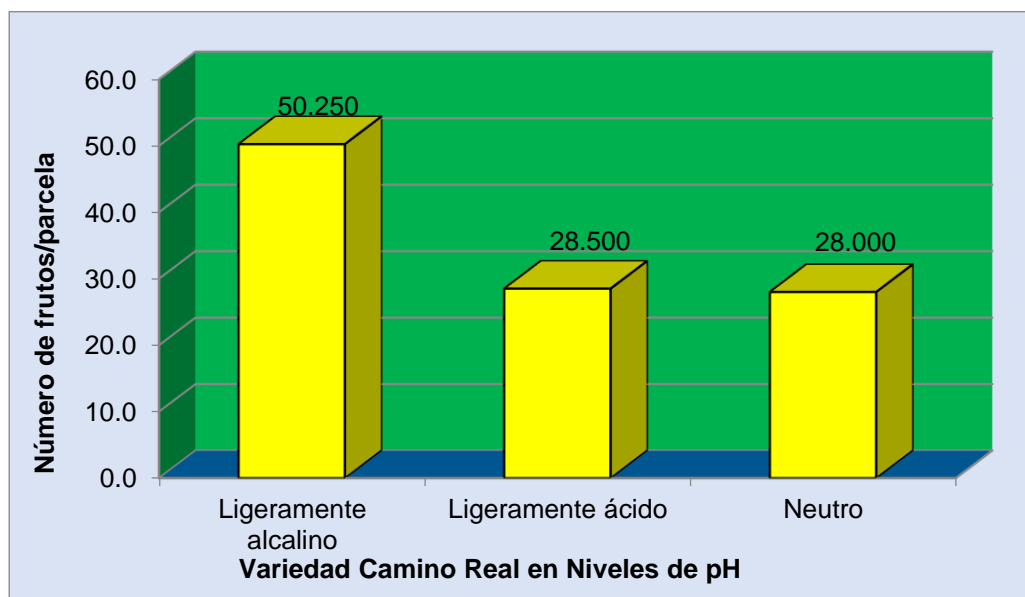
Cuadro N°26: Prueba Tukey variedad Camino Real en nivel de pH para número de frutos por parcela.

Orden de Mérito	Variedad Camino Real en Nivel de pH	Número de frutos	Significación	
			5%	1%
I	Ligeramente alcalino	50.250	a	a
II	Ligeramente ácido	28.500	b	b
III	Neutro	28.000	b	b

ALS (5%)= 11.34 ALS (1%)= 14.61

De cuadro 26 de prueba de Tukey de variedad Camino Real de fresa en nivel de pH para número de frutos por parcela, se desprende que, al 1% de significancia, el efecto del pH ligeramente alcalino, con 50.25 frutos por parcela es estadísticamente superior a los demás niveles; en los últimos lugares, están las de pH ligeramente ácido con 28.50 frutos y pH neutro con 28.00 frutos por parcela. Lo que refleja que, los niveles de pH no tuvieron efecto marcado sobre el número de frutos por parcela de la variedad Camino Real de fresa.

Gráfico N°10: Número de frutos por parcela para variedad Camino Real en niveles de pH.



B. Comportamiento agronómico.

Cuadro N°27: Longitud del fruto (cm).

Nivel de pH Repeticiones	Ligeramente ácido			Neutro			Ligeramente alcalino			Total
	Variedad Aroma	Variedad San Andreas	Variedad Camino Real	Variedad Aroma	Variedad San Andreas	Variedad Camino Real	Variedad Aroma	Variedad San Andreas	Variedad Camino Real	
I	4.230	5.550	4.920	5.220	4.600	5.160	4.900	4.450	4.910	43.940
II	5.290	4.510	4.330	4.670	4.760	5.410	4.860	5.040	4.610	43.480
III	5.220	4.710	4.560	4.650	4.830	4.700	4.420	5.310	4.690	43.090
IV	4.700	4.760	4.990	4.000	4.480	4.870	4.670	4.010	4.580	41.060
Suma	19.440	19.530	18.800	18.540	18.670	20.140	18.850	18.810	18.790	171.570
Promedio	4.860	4.883	4.700	4.635	4.668	5.035	4.713	4.703	4.698	4.766
Nivel de pH	Ligeramente ácido Suma = 57.770 Promedio = 4.814			Neutro Suma = 57.350 Promedio = 4.779			Ligeramente alcalino Suma = 56.450 Promedio = 4.704			171.570 4.766
Variedad	Variedad Aroma Suma = 56.830 Promedio = 4.736			Variedad San Andreas Suma = 57.010 Promedio = 4.751			Variedad Camino Real Suma = 57.730 Promedio = 4.811			171.570 4.766

Cuadro N°28: ANVA para longitud del fruto (cm).

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.538	0.179	1.239	3.010	4.720	NS. NS.
Tratamientos	8	0.550	0.069	0.476	0.253	0.154	NS. NS.
Nivel de pH	2	0.076	0.038	0.262	0.025	0.005	NS. NS.
Variedad	2	0.038	0.019	0.131	0.025	0.005	NS. NS.
Interacción pH * V	4	0.437	0.109	0.755	0.118	0.050	NS. NS.
Error	24	3.472	0.145				
Total	35	4.560	CV =	7.98%			

Del cuadro 28 del ANVA para longitud del fruto se desprende que, no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 7.98% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. No muestra diferencias significativas entre tratamientos, niveles de pH, variedad e interacción nivel de pH*variedad.

Cuadro N°29: Diámetro ecuatorial fruto (cm).

Nivel de pH	Ligeramente ácido			Neutro			Ligeramente alcalino			Total
	Variedad Aroma	Variedad San Andreas	Variedad Camino Real	Variedad Aroma	Variedad San Andreas	Variedad Camino Real	Variedad Aroma	Variedad San Andreas	Variedad Camino Real	
Repeticiones										
I	2.840	3.930	3.460	3.710	3.950	3.750	3.520	3.500	3.500	32.160
II	3.410	3.400	3.320	3.240	3.500	4.140	3.360	3.490	3.400	31.260
III	3.450	3.510	3.370	2.990	3.420	3.460	3.060	3.530	3.280	30.070
IV	3.100	3.440	3.660	3.490	3.150	3.480	3.540	3.000	3.440	30.300
Suma	12.800	14.280	13.810	13.430	14.020	14.830	13.480	13.520	13.620	123.790
Promedio	3.200	3.570	3.453	3.358	3.505	3.708	3.370	3.380	3.405	3.439
Nivel de pH	Ligeramente ácido Suma = 40.890 Promedio= 3.408			Neutro Suma = 42.280 Promedio = 3.523			Ligeramente alcalino Suma = 40.620 Promedio= 3.385			123.790 3.439
Variedad	Variedad Aroma Suma = 39.710 Promedio= 3.309			Variedad San Andreas Suma = 41.820 Promedio = 3.485			Variedad Camino Real Suma = 42.260 Promedio= 3.522			123.790 3.439

Cuadro N°30: ANVA para diámetro ecuatorial fruto (cm).

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.306	0.102	1.659	3.010	4.720	NS. NS.
Tratamientos	8	0.668	0.083	1.356	2.360	3.360	NS. NS.
Nivel de pH	2	0.132	0.066	1.074	3.400	5.610	NS. NS.
Variedad	2	0.310	0.155	2.516	3.400	5.610	NS. NS.
Interacción pH * V	4	0.226	0.056	0.918	0.118	0.050	NS. NS.
Error	24	1.477	0.062				
Total	35	2.451	CV = 7.21%				

Del cuadro 30 del ANVA para diámetro ecuatorial del fruto se desprende que, no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 7.21% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. No muestra diferencias significativas entre tratamientos, nivel de pH, variedad e interacción nivel de pH*variedad.

Cuadro N°31: Altura de planta (cm).

Nivel de pH Repeticiones	Ligeramente ácido			Neutro			Ligeramente alcalino			Total
	Variedad Aroma	Variedad San Andreas	Variedad Camino Real	Variedad Aroma	Variedad San Andreas	Variedad Camino Real	Variedad Aroma	Variedad San Andreas	Variedad Camino Real	
I	18.680	10.110	20.840	19.210	11.680	10.000	21.380	9.170	17.080	138.150
II	21.160	10.200	21.660	16.130	12.230	15.830	15.110	8.460	14.500	135.280
III	16.170	9.120	19.200	17.530	7.460	14.750	20.900	13.370	17.830	136.330
IV	20.300	9.560	21.260	15.470	11.150	17.290	13.430	8.580	14.520	131.560
Suma	76.310	38.990	82.960	68.340	42.520	57.870	70.820	39.580	63.930	541.320
Promedio	19.078	9.748	20.740	17.085	10.630	14.468	17.705	9.895	15.983	15.037
Nivel de pH	Ligeramente ácido Suma = 198.260 Promedio = 16.522			Neutro Suma = 168.730 Promedio = 14.061			Ligeramente alcalino Suma = 174.330 Promedio = 14.528			541.320 15.037
Variedad	Variedad Aroma Suma = 215.470 Promedio = 17.956			Variedad San Andreas Suma = 121.090 Promedio = 10.091			Variedad Camino Real Suma = 204.760 Promedio = 17.063			541.320 15.037

Cuadro N°32: ANVA para altura de planta (cm).

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	2.574	0.858	0.145	0.071	0.024	NS. NS.
Tratamientos	8	540.885	67.611	11.405	2.360	3.360	**
Nivel de pH	2	41.001	20.500	3.458	3.400	5.610	* NS.
Variedad	2	445.082	222.541	37.539	3.400	5.610	**
Interacción pH * V	4	54.802	13.701	2.311	2.780	4.220	NS. NS.
Error	24	142.277	5.928				
Total	35	685.736	CV = 16.19%				

Del cuadro 32 del ANVA para altura de planta se desprende que, no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 16.19% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. Muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos y variedad, diferencia significativa al 5% y no significativa al 1% entre niveles de pH; más no existe diferencia significativa en interacción nivel de pH*variedad.

Cuadro N°33: Prueba Tukey de tratamientos para altura de planta (cm).

ALS (5%)= 5.86

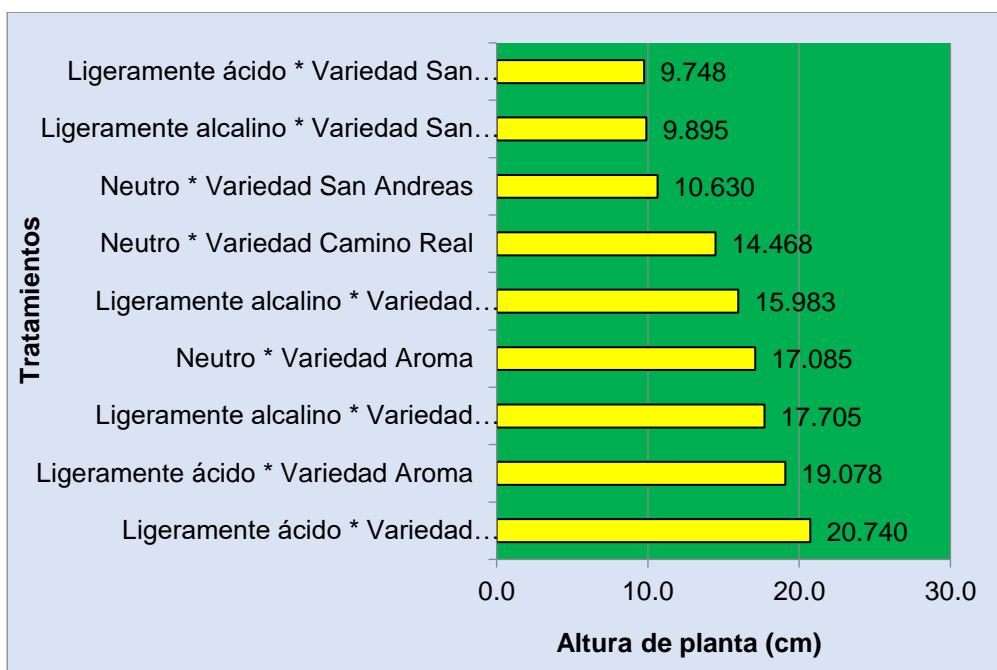
ALS (1%)= 7.07

Orden de Mérito	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significación	
			5%	1%
I	(T3) pH Ligeramente ácido * Variedad Camino Real	20.740	a	a
II	(T1) pH Ligeramente ácido * Variedad Aroma	19.078	a b	a
III	(T7) pH Ligeramente alcalino * Variedad Aroma	17.705	a b	a b
IV	(T4) pH Neutro * Variedad Aroma	17.085	a b	a b
V	(T9) pH Ligeramente alcalino * Variedad Camino Real	15.983	a b c	a b c
VI	(T6) pH Neutro * Variedad Camino Real	14.468	b c d	a b c
VII	(T5) pH Neutro * Variedad San Andreas	10.630	c d	b c
VIII	(T8) pH Ligeramente alcalino * Variedad San Andreas	9.895	d	c
IX	(T2) pH Ligeramente ácido * Variedad San Andreas	9.748	d	c

Del cuadro 33 de Prueba de Tukey de tratamientos para altura de planta se desprende que, al 1% de significancia el tratamiento de pH ligeramente ácido*variedad Camino Real (T3), pH ligeramente ácido * variedad Aroma (T1), pH ligeramente alcalino*variedad Aroma (T7), pH neutro*variedad Aroma (T4), pH

ligeramente alcalino*variedad Camino Real (T9) y pH neutro*variedad Camino Real (T6), con 20.740, 19.078, 17.705, 17.085, 15.983 y 14.468 cm, respectivamente, ocuparon los primeros lugares y fueron superiores en altura de planta a los demás tratamientos; en tanto, el tratamiento de pH ligeramente ácido*variedad San Andreas (T2) con 9.48 cm ocupó el último lugar. Esta superioridad se debe a las características genéticas de las variedades y las condiciones ambientales del fitotoldo; más no a los niveles de pH, debido a que el periodo vegetativo de las plantas de fresa fue de 4 a 5 meses en promedio.

Gráfico N°11: Altura de planta (cm) para tratamientos.



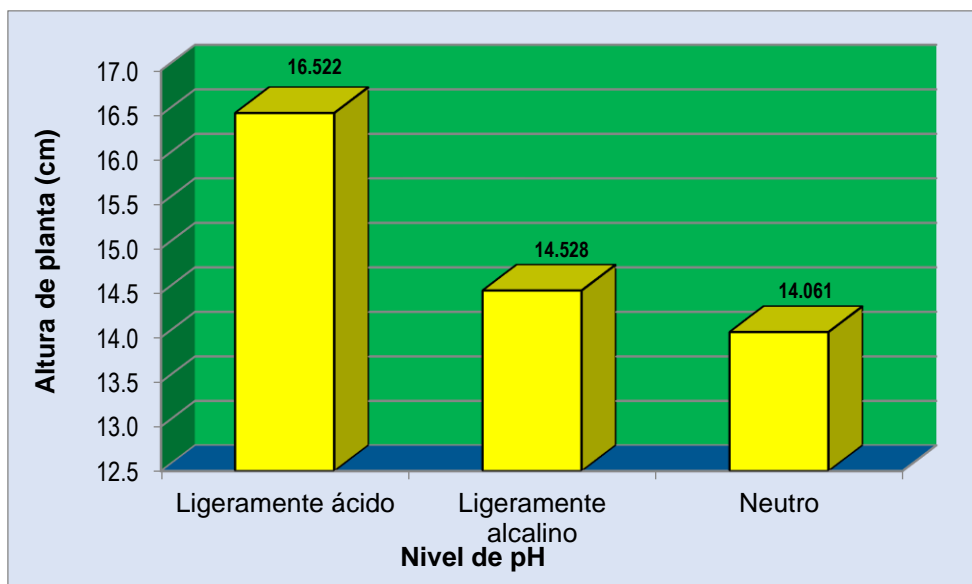
Cuadro N°34: Prueba Tukey de niveles de pH para altura de planta (cm).

ALS (5%)= 2.48

Orden de Mérito	Niveles de pH	Altura de planta (cm)	Significación
I	Ligeramente ácido	16.522	a
II	Ligeramente alcalino	14.528	a
III	Neutro	14.061	a

Del cuadro 34 de prueba de Tukey de nivel de pH para altura de planta se desprende que, estadísticamente al 5% de significancia el nivel de pH ligeramente ácido con 16.522 cm es superior a los niveles de pH ligeramente alcalino con 14.528 y pH neutro con 14.061 cm. Esta superioridad se debe a las características genéticas de las variedades, y muy poco al efecto de los niveles de pH.

Gráfico N°12: Altura de planta (cm) para nivel de pH.



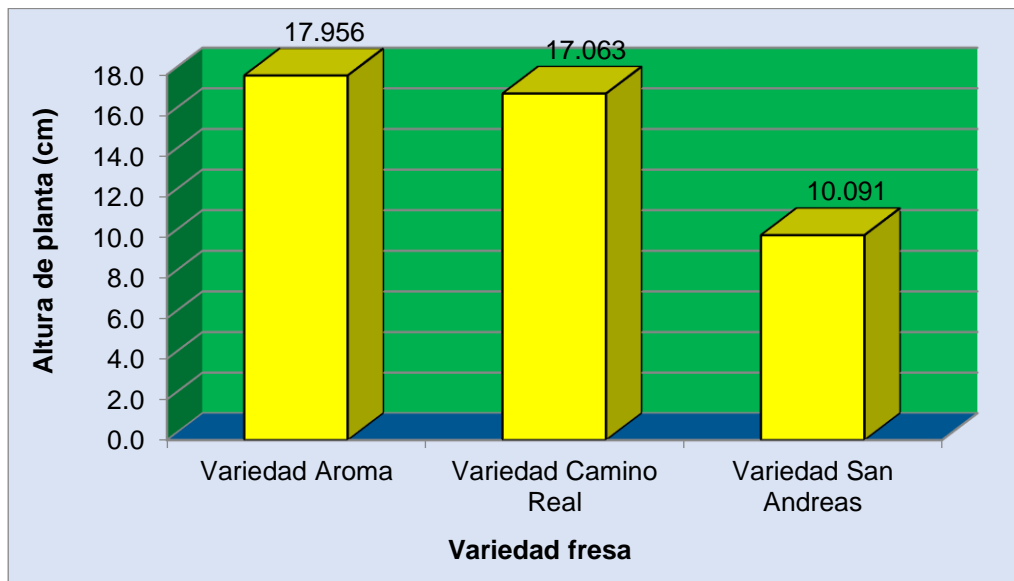
Cuadro N°35: Prueba Tukey de variedad fresa para altura de planta (cm).

Orden de Mérito	Variedad fresa	Altura de planta (cm)	Significación	
			5%	1%
I	Variedad Aroma	17.956	a	a
II	Variedad Camino Real	17.063	a	a
III	Variedad San Andreas	10.091	b	b

ALS (5%)= 2.48 ALS (1%)= 3.20

De cuadro 35 de prueba de Tukey de variedad de fresa para altura de planta, se desprende que, la variedad Aroma y variedad Camino Real con 17.956 y 17.063 cm, respectivamente, son superiores a la variedad San Andreas con 10.091 cm que ocupó el último lugar. Lo que refleja que, estas superioridades se deben a las características genéticas de las variedades en estudio.

Gráfico N°13: Altura de planta (cm) para variedad fresa.



Cuadro N°36: Longitud de raíz (cm).

Nivel de pH Repeticiones	Ligeramente ácido			Neutro			Ligeramente alcalino			Total
	Variedad Aroma	Variedad San Andreas	Variedad Camino Real	Variedad Aroma	Variedad San Andreas	Variedad Camino Real	Variedad Aroma	Variedad San Andreas	Variedad Camino Real	
I	23.560	20.060	25.570	19.620	23.030	18.520	14.310	24.090	16.720	185.480
II	24.270	22.670	25.140	22.300	23.550	18.750	15.410	24.400	14.680	191.170
III	22.650	23.040	24.250	20.290	24.280	19.230	16.140	22.750	15.220	187.850
IV	24.090	22.040	24.060	21.180	24.390	19.420	15.950	23.200	14.700	189.030
Suma	94.570	87.810	99.020	83.390	95.250	75.920	61.810	94.440	61.320	753.530
Promedio	23.643	21.953	24.755	20.848	23.813	18.980	15.453	23.610	15.330	20.931
Nivel de pH	Ligeramente ácido Suma = 281.400 Promedio= 23.450			Neutro Suma = 254.560 Promedio = 21.213			Ligeramente alcalino Suma = 217.570 Promedio= 18.131			753.530 20.931
Variedad	Variedad Aroma Suma = 239.770 Promedio= 19.981			Variedad San Andreas Suma = 277.500 Promedio = 23.125			Variedad Camino Real Suma = 236.260 Promedio= 19.688			753.530 20.931

Cuadro N°37: ANVA para longitud de raíz (cm).

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	1.877	0.626	0.795	0.071	0.024	NS. NS.
Tratamientos	8	414.789	51.849	65.873	2.360	3.360	**
Nivel de pH	2	171.192	85.596	108.749	3.400	5.610	**
Variedad	2	87.128	43.564	55.348	3.400	5.610	**
Interacción pH * V	4	156.469	39.117	49.698	2.780	4.220	**
Error	24	18.890	0.787				
Total	35	435.557	CV = 4.24%				

Del cuadro 37 del ANVA para longitud de raíz se desprende que, no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 4.24% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. Muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos, nivel de pH, variedad e interacción nivel de pH *variedad.

Cuadro N°38: Prueba Tukey de tratamientos para longitud de raíz (cm).

ALS (5%)= 2.13

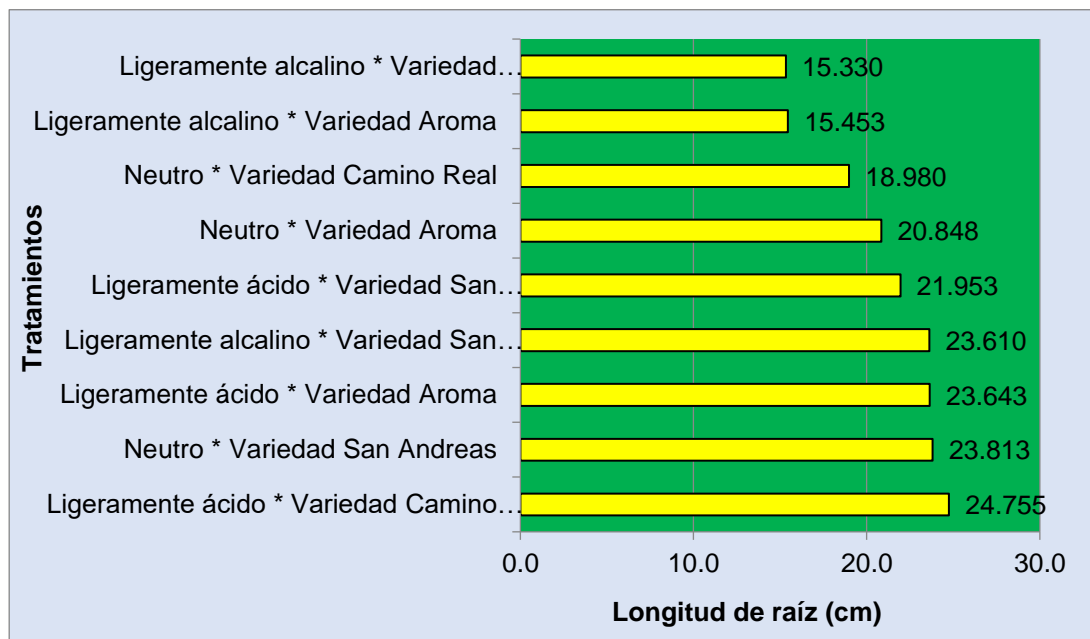
ALS(1%)= 2.58

Orden de Mérito	Tratamientos	Longitud de raíz (cm)	Significación	
			5%	1%
I	(T3) pH Ligeramente ácido * Variedad Camino Real	24.755	a	a
II	(T5) pH Neutro * Variedad San Andreas	23.813	a b	a b
III	(T1) pH Ligeramente ácido * Variedad Aroma	23.643	a b	a b
IV	(T8) pH Ligeramente alcalino * Variedad San Andreas	23.610	a b	a b
V	(T2) pH Ligeramente ácido * Variedad San Andreas	21.953	b c	b c
VI	(T4) pH Neutro * Variedad Aroma	20.848	c d	c d
VII	(T6) pH Neutro * Variedad Camino Real	18.980	d	d
VIII	(T7) pH Ligeramente alcalino * Variedad Aroma	15.453	e	e
IX	(T9) pH Ligeramente alcalino * Variedad Camino Real	15.330	e	e

Del cuadro 38 de prueba de Tukey de tratamientos para longitud de raíz se desprende que, al 1% de significancia el tratamiento de pH ligeramente ácido*variedad Camino Real (T3), pH neutro*variedad San Andreas (T5), pH ligeramente ácido * variedad Aroma (T1) y pH ligeramente alcalino*variedad San Andreas (T8), con 24.55, 23.813, 23.643 y 23.610 cm, respectivamente, estadísticamente similares y superiores, que ocuparon los primeros lugares en

longitud de raíz; en tanto, el tratamiento de pH ligeramente alcalino*variedad Aroma (T7) y pH ligeramente alcalino*variedad Camino Real (T9), con 15.453 y 15.330 cm, respectivamente, ocuparon los dos últimos lugares. Esta superioridad se debe a las características genéticas de las variedades y las condiciones ambientales del fitotoldo; más no a las concentraciones de pH, debido a que el periodo vegetativo de las plantas de fresa fue de 4 a 5 meses en promedio.

Gráfico N°14: Longitud de raíz (cm) para tratamientos.



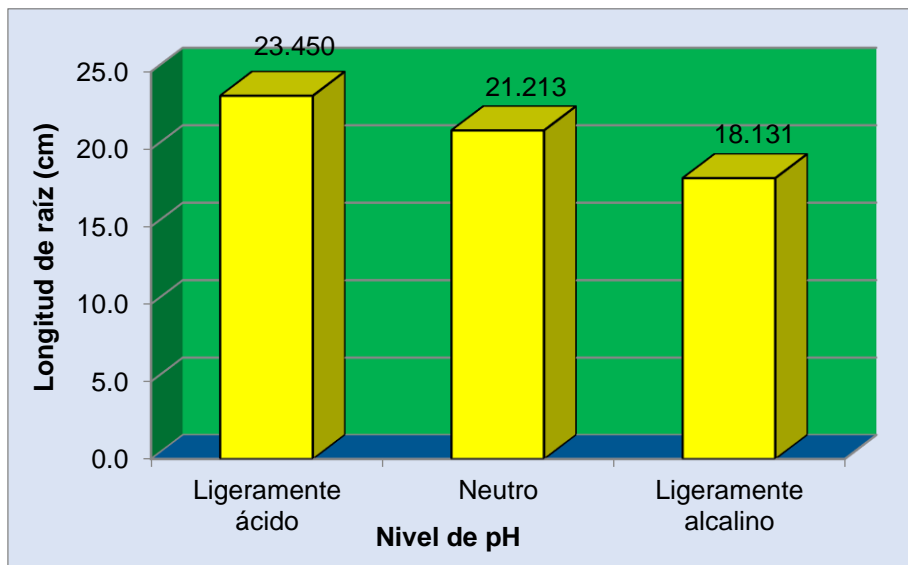
Cuadro N°39: Prueba Tukey de nivel de pH para longitud de raíz (cm).

ALS(5%)= 0.90 ALS (1%)= 1.17

Orden de Mérito	Nivel de pH	Longitud de raíz (cm)	Significación	
			5%	1%
I	Ligeramente ácido	23.450	a	a
II	Neutro	21.213	b	b
III	Ligeramente alcalino	18.131	c	c

Del cuadro 39 de prueba de Tukey de nivel de pH para longitud de raíz se desprende que, estadísticamente al 1% de significancia el nivel de pH ligeramente ácido con 23.450 cm es superior a los demás niveles de pH, siendo el de ligeramente alcalino con 18.331 cm que ocupó el último lugar. Esta superioridad se debe a las características genéticas de la planta de fresa.

Gráfico N°15: Longitud de raíz (cm) para nivel de pH.



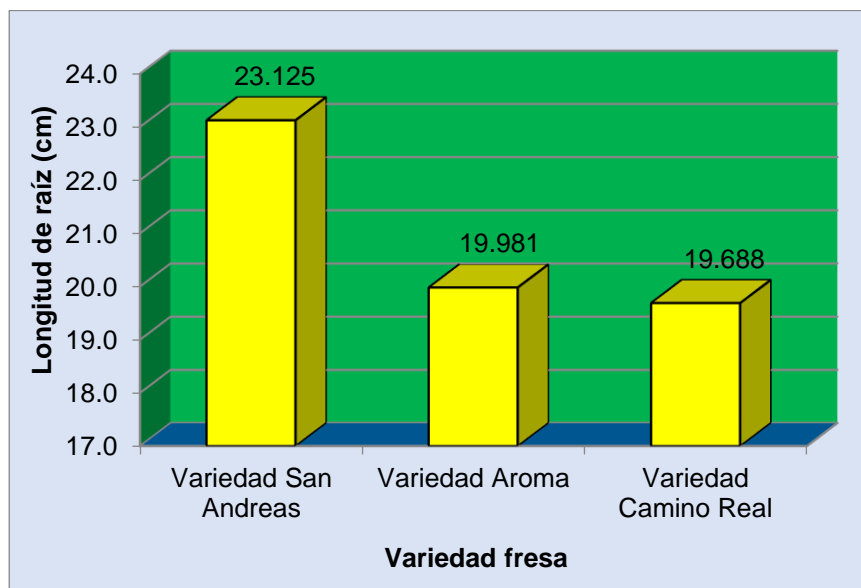
Cuadro N°40: Prueba Tukey de variedad fresa para longitud de raíz (cm).

Orden de Mérito	Variedad fresa	Longitud de raíz (cm)	Significación	
			5%	1%
I	Variedad San Andreas	23.125	a	a
II	Variedad Aroma	19.981	b	b
III	Variedad Camino Real	19.688	b	b

ALS (5%)= 0.90 ALS (1%)= 1.17

De cuadro 40 de prueba Tukey de variedad de fresa para longitud de raíz, se desprende que, la variedad San Andreas con 23.125 cm es superior a las demás variedades; en último lugar, ocupa la variedad Camino Real con 19.688 cm. Esta superioridad se debe a las características genéticas de las variedades de fresa.

Gráfico N°16: Longitud de raíz (cm) para variedad fresa.



Cuadro N°41: Ordenamiento interacción nivel de pH * variedad fresa para longitud de raíz (cm).

Variedad fresa \ Nivel de pH		Ligeramente ácido	Neutro	Ligeramente alcalino	Total
		Variedad Aroma	Suma 94.570	83.390	61.810
	Prom.	23.643	20.848	15.453	
Variedad San Andreas	Suma	87.810	95.250	94.440	277.500
	Prom.	21.953	23.813	23.610	
Variedad Camino Real	Suma	99.020	75.920	61.320	236.260
	Prom.	24.755	18.980	15.330	
		281.400	254.560	217.570	753.530

Cuadro N°42: ANVA auxiliar para interacción nivel de pH * variedad fresa para longitud de raíz (cm).

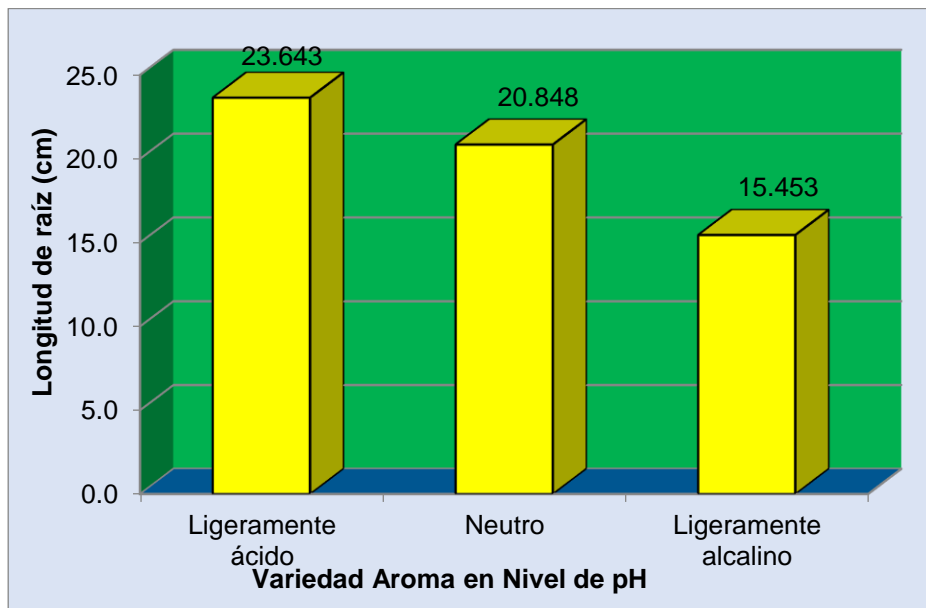
F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Ft.		Grado de Signif.
					5%	1%	
Var. Aroma * Nivel de pH	2	138.659	69.329	88.082	3.400	5.610	**
Var. San Andreas * Nivel de pH	2	8.331	4.165	5.292	3.400	5.610	* NS.
Var. Camino Real * Nivel de pH	2	180.672	90.336	114.771	3.400	5.610	**
Error	24	18.890	0.787				

Cuadro N°43: Prueba Tukey variedad aroma en nivel de pH para longitud de raíz (cm).

Orden de Mérito	Variedad Aroma en Nivel de pH	Longitud de raíz (cm)	Significación	
			5%	1%
I	Ligeramente ácido	23.643	a	a
II	Neutro	20.848	b	b
III	Ligeramente alcalino	15.453	c	c

De cuadro 43 de prueba de Tukey variedad Aroma de fresa en nivel de pH para longitud de raíz, se desprende que, el efecto del pH ligeramente ácido, con 23.643 cm es superior a los demás niveles; en último lugar, ocupa el nivel de pH ligeramente alcalino con 15.453 cm. Lo que refleja que, los niveles de pH tuvieron efecto sobre la longitud de raíz de la variedad Aroma; debido a que los niveles de pH ligeramente ácido, influyeron en los procesos metabólicos.

Gráfico N°17: Longitud de raíz (cm) para variedad Aroma en nivel de pH.



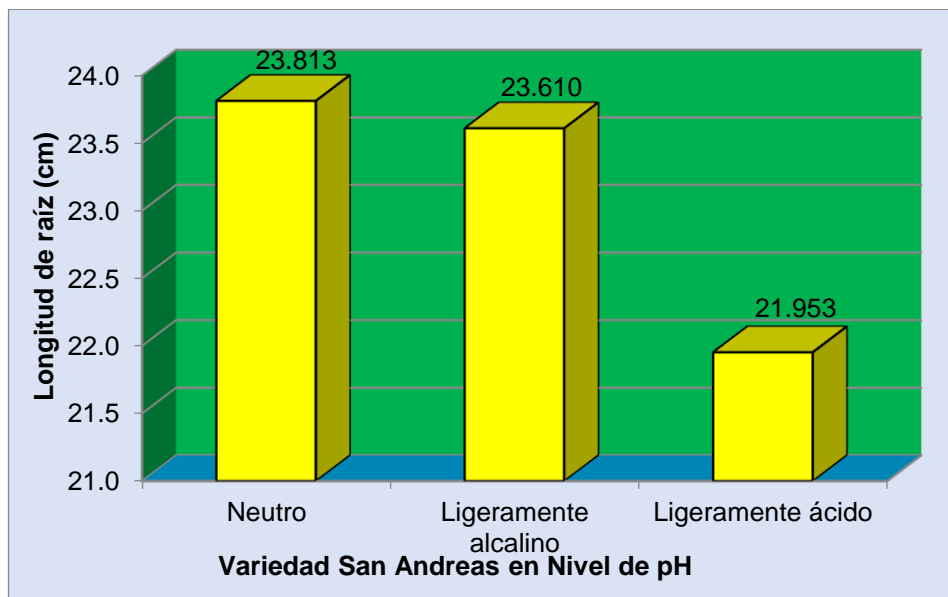
Cuadro N°44: Prueba Tukey variedad San Andreas en nivel de pH para longitud de raíz (cm).

ALS (5%)= 1.57

Orden de Mérito	Variedad San Andreas en Nivel de pH	Longitud de raíz (cm)	Significación
			5%
I	Neutro	23.813	a
II	Ligeramente alcalino	23.610	a
III	Ligeramente ácido	21.953	b

De cuadro 44 de prueba de Tukey variedad San Andreas de fresa en nivel de pH para longitud de raíz, se desprende que, el efecto del pH neutro y ligeramente alcalino, con 23.813 y 23.610 cm, respectivamente son superiores a nivel de pH ligeramente ácido con 21.953 cm. Lo que refleja que, los niveles de pH no influyeron en los procesos metabólicos de la planta de fresa.

Gráfico N°18: Longitud de raíz (cm) para variedad San Andreas en nivel de pH.

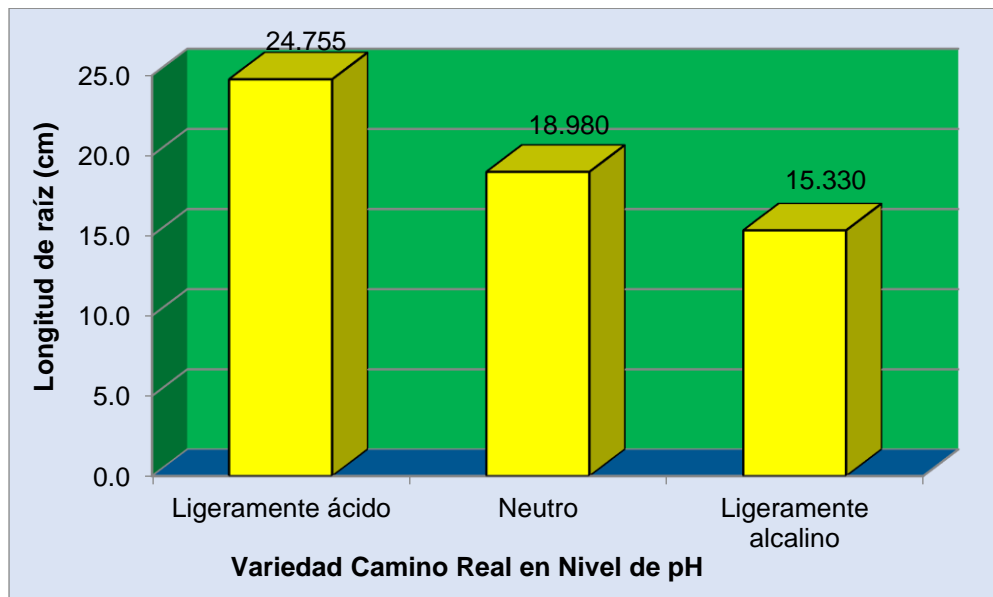


Cuadro N°45: Prueba Tukey variedad Camino Real en nivel de pH para longitud de raíz (cm).

Orden de Mérito	Variedad Camino Real en nivel de pH	Longitud de raíz (cm)	Significación	
			5%	1%
			I	Ligeramente ácido
II	Neutro	18.980	b	b
III	Ligeramente alcalino	15.330	c	c

De cuadro 45 de prueba de Tukey variedad Camino Real de fresa en nivel de pH para longitud de raíz, se desprende que, el efecto del pH ligeramente ácido con 24.755 cm, fue superior a los otros niveles de pH; siendo el de pH ligeramente alcalino con 15.330 cm que ocupó el último lugar. Esta superioridad se debe a las características genéticas de la variedad.

Gráfico N°19: Longitud de raíz (cm) para variedad Camino Real en nivel de pH.



C. Costos de producción

Cuadro 46: Costo directo tratamiento (T1), Ligeramente ácido x Variedad Aroma.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.
I. COSTOS DIRECTOS				
A. Materiales de acondicionamiento de vivero				
Agrofilm	Metro	19	22,00	418,00
Malla rashel al 65%	Metro	36	6,00	216,00
Alambre galvanizado N° 16	kilo	4	7,00	28,00
Rollizos 4" x 3m	Unidad	9	5,00	45,00
Clavo de 3"	kilo	4	5,00	20,00
Clavo de 1"	kilo	2	5,00	10,00
B. Materiales para instalación de riego				
Tubo PVC 3/4"	Unidad	0,5	12,00	6,00
Codo PVC 3/4"	Unidad	3	5,00	15,00
Filtro de anillos 3/4"	Unidad	1	38,00	38,00
Unión universal hidro rosca hembra 3/4"	Unidad	2	6,00	12,00
Válvula de bola PVC rosca hembra 3/4"	Unidad	1	10,00	10,00
Niple corto 3/4"	Unidad	4	2,00	8,00
Codo rosca 3/4 " - 1"	Unidad	1	8,00	8,00
Manguera polietileno HDPE 1"	Metro	5	1,50	7,50
Manguera polietileno HDPE 1/2"	Rollo	1	170,00	170,00
Conector inicial, más goma 1/2"	Unidad	12	1,00	12,00
Gotero regulable 0-70 L/H	Unidad	432	0,28	120,96
Tapón 1"	Unidad	1	7,00	7,00
Tapón dentado 1/2"	Unidad	12	0,80	9,60
Plástico mulch	Metro	45	1,20	54,00
C. Insumos				
Material vegetativo (esquejes)	Millar	1	350,00	350,00
Ácido giberélico	Unidad	1	25,00	25,00
Fungicida agrícola	kilo	1	12,00	12,00
D. Mano de obra no calificada				
Nivelado de terreno	Jornal	1	40,00	40,00
Construcción de fitotoldo	Jornal	3	40,00	120,00
Enraizado de material vegetativo	Jornal	0,5	40,00	20,00
Preparación de sustrato	Jornal	1	40,00	40,00
Acolchado	Jornal	1	40,00	40,00
Instalación de riego por goteo	Jornal	1	40,00	40,00
Plantación	Jornal	0,5	40,00	20,00
E.- Labores culturales				
Poda	Jornal	0,5	40,00	20,00
TOTAL, COSTOS DIRECTOS				S/1.942,06

Cuadro 47: Costo indirecto tratamiento (T1), Ligeramente ácido x Variedad Aroma.

II COSTOS INDIRECTOS				
Costos administrativos 3%	Global			58,26
Costos financieros (1.2% mes x 5 meses)		23,30	5,00	116,52
TOTAL, COSTOS INDIRECTO				S/174,79
COSTO TOTAL				S/2.116,85

Cuadro 48: Análís de costos tratamiento (T1), Ligeramente ácido x Variedad Aroma.

COSTO DEL PRODUCTO			
Producción de fresa kg	0,77175		
Precio de fresa en el mercado	8	S/	6,17
Numero de campañas al año	4	S/	24,70
Duración en años	3		74,088
Total de parcelas en fitotoldo	36	S/	2.667,17
Costo de las ventas		S/	2.667,17
Costo total de cultivo		S/	2.116,85
Unidad neta		S/	550,32
Índice de rentabilidad			26,00%

Cuadro 49: Costo directo tratamiento (T2), Ligeramente ácido x Variedad San Andreas.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL S/.
I. COSTOS DIRECTOS				
A. Materiales de acondicionamiento de vivero				
Agrofilm	Metro	19	22,00	418,00
Malla rachel al 65%	Metro	36	6,00	216,00
Alambre galvanizado N° 16	kilo	4	7,00	28,00
Rollizos 4" x 3m	Unidad	9	5,00	45,00
Clavo de 3"	kilo	4	5,00	20,00
Clavo de 1"	kilo	2	5,00	10,00
B. Materiales para instalación de riego				
Tubo PVC 3/4"	Unidad	0,5	12,00	6,00
Codo PVC 3/4"	Unidad	3	5,00	15,00
Filtro de anillos 3/4"	Unidad	1	38,00	38,00
Unión universal hidro rosca hembra 3/4"	Unidad	2	6,00	12,00
Válvula de bola PVC rosca hembra 3/4"	Unidad	1	10,00	10,00
Niple corto 3/4"	Unidad	4	2,00	8,00
Codo rosca 3/4 " - 1"	Unidad	1	8,00	8,00
Manguera polietileno HDPE 1"	Metro	5	1,50	7,50
Manguera polietileno HDPE 1/2"	Rollo	1	170,00	170,00
Conector inicial, más goma 1/2"	Unidad	12	1,00	12,00
Gotero regulable 0-70 L/H	Unidad	432	0,28	120,96
Tapón 1"	Unidad	1	7,00	7,00
Tapón dentado 1/2"	Unidad	12	0,80	9,60
Plástico mulch	Metro	45	1,20	54,00
C. Insumos				
Material vegetativo (esquejes)	Millar	1	350,00	350,00
Ácido giberélico	Unidad	1	25,00	25,00
Fungicida agrícola	kilo	1	12,00	12,00
D. Mano de obra no calificada				
Nivelado de terreno	Jornal	1	40,00	40,00
Construcción de fitotoldo	Jornal	3	40,00	120,00
Enraizado de material vegetativo	Jornal	0,5	40,00	20,00
Preparación de sustrato	Jornal	1	40,00	40,00
Acolchado	Jornal	1	40,00	40,00
Instalación de riego por goteo	Jornal	1	40,00	40,00
Plantación	Jornal	0,5	40,00	20,00
E.- Labores culturales				
Poda	Jornal	0,5	40,00	20,00
TOTAL, COSTOS DIRECTOS				S/1.942,06

Cuadro 50: Costo indirecto tratamiento (T2), Ligeramente ácido x Variedad San Andreas.

II COSTOS INDIRECTOS				
Costos administrativos 3%	Global			58,26
Costos financieros (1.2% mes x 5 meses)		23,30	5,00	116,52
TOTAL, COSTOS INDIRECTO				S/174,79
COSTO TOTAL				S/2.116,85

Cuadro 51: Análisis de costos tratamiento (T2), Ligeramente ácido x Variedad San Andreas.

COSTO DEL PRODUCTO			
Producción de fresa kg	0,72975		
Precio de fresa en el mercado	8	S/	5,84
Numero de campañas al año	4	S/	23,35
Duración en años	3		70,056
Total, de parcelas en fitotoldo	36	S/	2.522,02
Costo de las ventas		S/	2.522,02
Costo total de cultivo		S/	2.116,85
Unidad neta		S/	405,17
Índice de rentabilidad			19,14%

Cuadro 52: Costo directo tratamiento (T3), Ligeramente ácido x Variedad Camino Real.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL S/.
I. COSTOS DIRECTOS				
A. Materiales de acondicionamiento de vivero				
Agrofilm	Metro	19	22,00	418,00
Malla rachel al 65%	Metro	36	6,00	216,00
Alambre galvanizado N° 16	kilo	4	7,00	28,00
Rollizos 4" x 3m	Unidad	9	5,00	45,00
Clavo de 3"	kilo	4	5,00	20,00
Clavo de 1"	kilo	2	5,00	10,00
B. Materiales para instalación de riego				
Tubo PVC 3/4"	Unidad	0,5	12,00	6,00
Codo PVC 3/4"	Unidad	3	5,00	15,00
Filtro de anillos 3/4"	Unidad	1	38,00	38,00
Unión universal hidro rosca hembra 3/4"	Unidad	2	6,00	12,00
Válvula de bola PVC rosca hembra 3/4"	Unidad	1	10,00	10,00
Niple corto 3/4"	Unidad	4	2,00	8,00
Codo rosca 3/4 " - 1"	Unidad	1	8,00	8,00
Manguera polietileno HDPE 1"	Metro	5	1,50	7,50
Manguera polietileno HDPE 1/2"	Rollo	1	170,00	170,00
Conector inicial, más goma 1/2"	Unidad	12	1,00	12,00
Gotero regulable 0-70 L/H	Unidad	432	0,28	120,96
tapón 1"	Unidad	1	7,00	7,00
tapón dentado 1/2"	Unidad	12	0,80	9,60
Plástico mulch	Metro	45	1,20	54,00
C. Insumos				
Material vegetativo (esquejes)	Millar	1	350,00	350,00
Ácido giberélico	Unidad	1	25,00	25,00
Fungicida agrícola	kilo	1	12,00	12,00
D. Mano de obra no calificada				
Nivelado de terreno	Jornal	1	40,00	40,00
Construcción de fitotoldo	Jornal	3	40,00	120,00
Enraizado de material vegetativo	Jornal	0,5	40,00	20,00
Preparación de sustrato	Jornal	1	40,00	40,00
Acolchado	Jornal	1	40,00	40,00
Instalación de riego por goteo	Jornal	1	40,00	40,00
Plantación	Jornal	0,5	40,00	20,00
E.- Labores culturales				
Poda	Jornal	0,5	40,00	20,00
TOTAL, COSTOS DIRECTOS				S/1.942,06

Cuadro 53: Costo indirecto tratamiento (T3), Ligeramente ácido x Variedad Camino Real.

II COSTOS INDIRECTOS				
Costos administrativos 3%	Global			58,26
Costos financieros (1.2% mes x 5 meses)		23,30	5,00	116,52
TOTAL, COSTOS INDIRECTO				S/174,79
COSTO TOTAL				S/2.116,85

Cuadro 54: Análisis de costos tratamiento (T3), Ligeramente ácido x Variedad Camino Real.

COSTO DEL PRODUCTO			
Producción de fresa kg	0,603		
Precio de fresa en el mercado	8	S/	4,82
Numero de campañas al año	4	S/	19,30
Duración en años	3		57,888
Total, de parcelas en fitotoldo	36	S/	2.083,97
Costo de las ventas		S/	2.083,97
Costo total de cultivo		S/	2.116,85
Unidad neta		-S/	32,88
Índice de rentabilidad			-1,55%

Cuadro 55: Costo directo tratamiento (T4), Neutro x Variedad Aroma.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL S/.
I. COSTOS DIRECTOS				
A. Materiales de acondicionamiento de vivero				
Agrofilm	Metro	19	22,00	418,00
Malla rashel al 65%	Metro	36	6,00	216,00
Alambre galvanizado N° 16	kilo	4	7,00	28,00
Rollizos 4" x 3m	Unidad	9	5,00	45,00
Clavo de 3"	kilo	4	5,00	20,00
Clavo de 1"	kilo	2	5,00	10,00
B. Materiales para instalación de riego				
Tubo PVC 3/4"	Unidad	0,5	12,00	6,00
Codo PVC 3/4"	Unidad	3	5,00	15,00
Filtro de anillos 3/4"	Unidad	1	38,00	38,00
Unión universal hidro rosca hembra 3/4"	Unidad	2	6,00	12,00
Válvula de bola PVC rosca hembra ¾"	Unidad	1	10,00	10,00
Niple corto 3/4"	Unidad	4	2,00	8,00
Codo rosca 3/4 "- 1"	Unidad	1	8,00	8,00
Manguera polietileno HDPE 1"	Metro	5	1,50	7,50
Manguera polietileno HDPE 1/2"	Rollo	1	170,00	170,00
Conector inicial, más goma 1/2"	Unidad	12	1,00	12,00
Gotero regulable 0-70 L/H	Unidad	432	0,28	120,96
tapón 1"	Unidad	1	7,00	7,00
tapón dentado 1/2"	Unidad	12	0,80	9,60
Plástico mulch	Metro	45	1,20	54,00
C. Insumos				
Material vegetativo (esquejes)	Millar	1	350,00	350,00
Ácido giberélico	Unidad	1	25,00	25,00
Fungicida agrícola	kilo	1	12,00	12,00
D. Mano de obra no calificada				
Nivelado de terreno	Jornal	1	40,00	40,00
Construcción de fitotoldo	Jornal	3	40,00	120,00
Enraizado de material vegetativo	Jornal	0,5	40,00	20,00
Preparación de sustrato	Jornal	1	40,00	40,00
Acolchado	Jornal	1	40,00	40,00
Instalación de riego por goteo	Jornal	1	40,00	40,00
Plantación	Jornal	0,5	40,00	20,00
E.- Labores culturales				
Poda	Jornal	0,5	40,00	20,00
TOTAL, COSTOS DIRECTOS				S/1.942,06

Cuadro 56: Costo indirecto tratamiento (T4), Neutro x Variedad Aroma.

II COSTOS INDIRECTOS				
Costos administrativos 3%	Global			58,26
Costos financieros (1.2% mes x 5 meses)		23,30	5,00	116,52
TOTAL, COSTOS INDIRECTO				S/174,79
COSTO TOTAL				S/2.116,85

Cuadro 57: Análisis de costos tratamiento (T4), Neutro x Variedad Aroma.

COSTO DEL PRODUCTO			
Producción de fresa kg	0,6475		
Precio de fresa en el mercado	8	S/	5,18
Numero de campañas al año	4	S/	20,72
Duración en años	3		62,16
Total, de parcelas en fitotoldo	36	S/	2.237,76
Costo de las ventas		S/	2.237,76
Costo total de cultivo		S/	2.116,85
Unidad neta		S/	120,91
Índice de rentabilidad			5,71%

Cuadro 58: Costo directo tratamiento (T5), Neutro x Variedad San Andreas.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL S/.
I. COSTOS DIRECTOS				
A. Materiales de acondicionamiento de vivero				
Agrofilm	Metro	19	22,00	418,00
Malla rachel al 65%	Metro	36	6,00	216,00
Alambre galvanizado N° 16	kilo	4	7,00	28,00
Rollizos 4" x 3m	Unidad	9	5,00	45,00
Clavo de 3"	kilo	4	5,00	20,00
Clavo de 1"	kilo	2	5,00	10,00
B. Materiales para instalación de riego				
Tubo PVC 3/4"	Unidad	0,5	12,00	6,00
Codo PVC 3/4"	Unidad	3	5,00	15,00
Filtro de anillos 3/4"	Unidad	1	38,00	38,00
Unión universal hidro rosca hembra 3/4"	Unidad	2	6,00	12,00
Válvula de bola PVC rosca hembra 3/4"	Unidad	1	10,00	10,00
Niple corto 3/4"	Unidad	4	2,00	8,00
Codo rosca 3/4 "- 1"	Unidad	1	8,00	8,00
Manguera polietileno HDPE 1"	Metro	5	1,50	7,50
Manguera polietileno HDPE 1/2"	Rollo	1	170,00	170,00
Conector inicial, más goma 1/2"	Unidad	12	1,00	12,00
Gotero regulable 0-70 L/H	Unidad	432	0,28	120,96
tapón 1"	Unidad	1	7,00	7,00
tapón dentado 1/2"	Unidad	12	0,80	9,60
Plástico mulch	Metro	45	1,20	54,00
C. Insumos				
Material vegetativo (esquejes)	Millar	1	350,00	350,00
Ácido giberélico	Unidad	1	25,00	25,00
Fungicida agrícola	kilo	1	12,00	12,00
D. Mano de obra no calificada				
Nivelado de terreno	Jornal	1	40,00	40,00
Construcción de fitotoldo	Jornal	3	40,00	120,00
Enraizado de material vegetativo	Jornal	0,5	40,00	20,00
Preparación de sustrato	Jornal	1	40,00	40,00
Acolchado	Jornal	1	40,00	40,00
Instalación de riego por goteo	Jornal	1	40,00	40,00
Plantación	Jornal	0,5	40,00	20,00
E.- Labores culturales				
Poda	Jornal	0,5	40,00	20,00
TOTAL, COSTOS DIRECTOS				S/1.942,06

Cuadro 59: Costo indirecto tratamiento (T5), Neutro x Variedad San Andreas.

II COSTOS INDIRECTOS				
Costos administrativos 3%	Global			58,26
Costos financieros (1.2% mes x 5 meses)		23,30	5,00	116,52
TOTAL, COSTOS INDIRECTO				S/174,79
COSTO TOTAL				S/2.116,85

Cuadro 60: Análisis de costos tratamiento (T5), Neutro x Variedad San Andreas.

COSTO DEL PRODUCTO			
Producción de fresa kg	0,6020		
Precio de fresa en el mercado	8	S/	4,82
Numero de campañas al año	4	S/	19,26
Duración en años	3		57,792
Total, de parcelas en fitotoldo	36	S/	2.080,51
Costo de las ventas		S/	2.080,51
Costo total de cultivo		S/	2.116,85
Unidad neta		-S/	36,33
Índice de rentabilidad			-1,72%

Cuadro 61: Costo directo tratamiento (T6), Neutro x Variedad Camino real.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL S/.
I. COSTOS DIRECTOS				
A. Materiales de acondicionamiento de vivero				
Agrofilm	Metro	19	22,00	418,00
Malla rachel al 65%	Metro	36	6,00	216,00
Alambre galvanizado N° 16	kilo	4	7,00	28,00
Rollizos 4" x 3m	Unidad	9	5,00	45,00
Clavo de 3"	kilo	4	5,00	20,00
Clavo de 1"	kilo	2	5,00	10,00
B. Materiales para instalación de riego				
Tubo PVC 3/4"	Unidad	0,5	12,00	6,00
Codo PVC 3/4"	Unidad	3	5,00	15,00
Filtro de anillos 3/4"	Unidad	1	38,00	38,00
Unión universal hidro rosca hembra 3/4"	Unidad	2	6,00	12,00
Válvula de bola PVC rosca hembra 3/4"	Unidad	1	10,00	10,00
Niple corto 3/4"	Unidad	4	2,00	8,00
Codo rosca 3/4 " - 1"	Unidad	1	8,00	8,00
Manguera polietileno HDPE 1"	Metro	5	1,50	7,50
Manguera polietileno HDPE 1/2"	Rollo	1	170,00	170,00
Conector inicial, más goma 1/2"	Unidad	12	1,00	12,00
Gotero regulable 0-70 L/H	Unidad	432	0,28	120,96
tapón 1"	Unidad	1	7,00	7,00
tapón dentado 1/2"	Unidad	12	0,80	9,60
Plástico mulch	Metro	45	1,20	54,00
C. Insumos				
Material vegetativo (esquejes)	Millar	1	350,00	350,00
Ácido giberélico	Unidad	1	25,00	25,00
Fungicida agrícola	kilo	1	12,00	12,00
D. Mano de obra no calificada				
Nivelado de terreno	Jornal	1	40,00	40,00
Construcción de fitotoldo	Jornal	3	40,00	120,00
Enraizado de material vegetativo	Jornal	0,5	40,00	20,00
Preparación de sustrato	Jornal	1	40,00	40,00
Acolchado	Jornal	1	40,00	40,00
Instalación de riego por goteo	Jornal	1	40,00	40,00
Plantación	Jornal	0,5	40,00	20,00
E.- Labores culturales				
Poda	Jornal	0,5	40,00	20,00
TOTAL, COSTOS DIRECTOS				S/1.942,06

Cuadro 62: Costo indirecto tratamiento (T6), Neutro x Variedad Camino real.

II COSTOS INDIRECTOS				
Costos administrativos 3%	Global			58,26
Costos financieros (1.2% mes x 5 meses)		23,30	5,00	116,52
TOTAL, COSTOS INDIRECTO				S/174,79
COSTO TOTAL				S/2.116,85

Cuadro 63: Análisis de costos tratamiento (T6), Neutro x Variedad Camino real.

COSTO DEL PRODUCTO			
Producción de fresa kg	0,64375		
Precio de fresa en el mercado	8	S/	5,15
Numero de campañas al año	4	S/	20,60
Duración en años	3		61,8
Total, de parcelas en fitotoldo	36	S/	2.224,80
Costo de las ventas		S/	2.224,80
Costo total de cultivo		S/	2.116,85
Unidad neta		S/	107,95
Índice de rentabilidad			5,10%

Cuadro 64: Costo directo tratamiento (T7), Ligeramente alcalino x Variedad Aroma.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL S/.
I. COSTOS DIRECTOS				
A. Materiales de acondicionamiento de vivero				
Agrofilm	Metro	19	22,00	418,00
Malla rachel al 65%	Metro	36	6,00	216,00
Alambre galvanizado N° 16	kilo	4	7,00	28,00
Rollizos 4" x 3m	Unidad	9	5,00	45,00
Clavo de 3"	kilo	4	5,00	20,00
Clavo de 1"	kilo	2	5,00	10,00
B. Materiales para instalación de riego				
Tubo PVC 3/4"	Unidad	0,5	12,00	6,00
Codo PVC 3/4"	Unidad	3	5,00	15,00
Filtro de anillos 3/4"	Unidad	1	38,00	38,00
Unión universal hidro rosca hembra 3/4"	Unidad	2	6,00	12,00
Válvula de bola PVC rosca hembra 3/4"	Unidad	1	10,00	10,00
Niple corto 3/4"	Unidad	4	2,00	8,00
Codo rosca 3/4 "- 1"	Unidad	1	8,00	8,00
Manguera polietileno HDPE 1"	Metro	5	1,50	7,50
Manguera polietileno HDPE 1/2"	Rollo	1	170,00	170,00
Conector inicial, más goma 1/2"	Unidad	12	1,00	12,00
Gotero regulable 0-70 L/H	Unidad	432	0,28	120,96
tapón 1"	Unidad	1	7,00	7,00
tapón dentado 1/2"	Unidad	12	0,80	9,60
Plástico mulch	Metro	45	1,20	54,00
C. Insumos				
Material vegetativo (esquejes)	Millar	1	350,00	350,00
Ácido giberélico	Unidad	1	25,00	25,00
Fungicida agrícola	kilo	1	12,00	12,00
D. Mano de obra no calificada				
Nivelado de terreno	Jornal	1	40,00	40,00
Construcción de fitotoldo	Jornal	3	40,00	120,00
Enraizado de material vegetativo	Jornal	0,5	40,00	20,00
Preparación de sustrato	Jornal	1	40,00	40,00
Acolchado	Jornal	1	40,00	40,00
Instalación de riego por goteo	Jornal	1	40,00	40,00
Plantación	Jornal	0,5	40,00	20,00
E.- Labores culturales				
Poda	Jornal	0,5	40,00	20,00
TOTAL, COSTOS DIRECTOS				S/1.942,06

Cuadro 65: Costo indirecto tratamiento (T7), Ligeramente alcalino x Variedad Aroma.

II COSTOS INDIRECTOS				
Costos administrativos 3%	Global			58,26
Costos financieros (1.2% mes x 5 meses)		23,30	5,00	116,52
TOTAL, COSTOS INDIRECTO				S/174,79
COSTO TOTAL				S/2.116,85

Cuadro 66: Análisis de costos tratamiento (T7), Ligeramente alcalino x Variedad Aroma.

COSTO DEL PRODUCTO			
Producción de fresa kg	0,5910		
Precio de fresa en el mercado	8	S/	4,73
Numero de campañas al año	4	S/	18,91
Duración en años	3		56,736
Total, de parcelas en fitotoldo	36	S/	2.042,50
Costo de las ventas		S/	2.042,50
Costo total de cultivo		S/	2.116,85
Unidad neta		-S/	74,35
Índice de rentabilidad			-3,51%

Cuadro 67: Costo directo tratamiento (T8), Ligeramente alcalino x Variedad San Andreas.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL S/.
I. COSTOS DIRECTOS				
A. Materiales de acondicionamiento de vivero				
Agrofilm	Metro	19	22,00	418,00
Malla rashel al 65%	Metro	36	6,00	216,00
Alambre galvanizado N° 16	kilo	4	7,00	28,00
Rollizos 4" x 3m	Unidad	9	5,00	45,00
Clavo de 3"	kilo	4	5,00	20,00
Clavo de 1"	kilo	2	5,00	10,00
B. Materiales para instalación de riego				
Tubo PVC 3/4"	Unidad	0,5	12,00	6,00
Codo PVC 3/4"	Unidad	3	5,00	15,00
Filtro de anillos 3/4"	Unidad	1	38,00	38,00
Unión universal hidro rosca hembra 3/4"	Unidad	2	6,00	12,00
Válvula de bola PVC rosca hembra 3/4"	Unidad	1	10,00	10,00
Niple corto 3/4"	Unidad	4	2,00	8,00
Codo rosca 3/4 " - 1"	Unidad	1	8,00	8,00
Manguera polietileno HDPE 1"	Metro	5	1,50	7,50
Manguera polietileno HDPE 1/2"	Rollo	1	170,00	170,00
Conector inicial, más goma 1/2"	Unidad	12	1,00	12,00
Gotero regulable 0-70 L/H	Unidad	432	0,28	120,96
tapón 1"	Unidad	1	7,00	7,00
tapón dentado 1/2"	Unidad	12	0,80	9,60
Plástico mulch	Metro	45	1,20	54,00
C. Insumos				
Material vegetativo (esquejes)	Millar	1	350,00	350,00
Ácido giberélico	Unidad	1	25,00	25,00
Fungicida agrícola	kilo	1	12,00	12,00
D. Mano de obra no calificada				
Nivelado de terreno	Jornal	1	40,00	40,00
Construcción de fitotoldo	Jornal	3	40,00	120,00
Enraizado de material vegetativo	Jornal	0,5	40,00	20,00
Preparación de sustrato	Jornal	1	40,00	40,00
Acolchado	Jornal	1	40,00	40,00
Instalación de riego por goteo	Jornal	1	40,00	40,00
Plantación	Jornal	0,5	40,00	20,00
E.- Labores culturales				
Poda	Jornal	0,5	40,00	20,00
TOTAL, COSTOS DIRECTOS				S/1.942,06

Cuadro 68: Costo indirecto tratamiento (T8), Ligeramente alcalino x Variedad San Andreas.

II COSTOS INDIRECTOS				
Costos administrativos 3%	Global			58,26
Costos financieros (1.2% mes x 5 meses)		23,30	5,00	116,52
TOTAL, COSTOS INDIRECTO				S/174,79
COSTO TOTAL				S/2.116,85

Cuadro 69: Análisis de costos tratamiento (T8), Ligeramente alcalino x Variedad San Andreas.

COSTO DEL PRODUCTO			
Producción de fresa kg	0,69175		
Precio de fresa en el mercado	8	S/	5,53
Numero de campañas al año	4	S/	22,14
Duración en años	3		66,408
Total, de parcelas en fitotoldo	36	S/	2.390,69
Costo de las ventas		S/	2.390,69
Costo total de cultivo		S/	2.116,85
Unidad neta		S/	273,84
Índice de rentabilidad			12,94%

Cuadro 70: Costo directo tratamiento (T9), pH ligeramente alcalino x Camino Real.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.
I. COSTOS DIRECTOS				
A. Materiales de acondicionamiento de vivero				
Agrofilm	Metro	19	22,00	418,00
Malla rassel al 65%	Metro	36	6,00	216,00
Alambre galvanizado N° 16	kilo	4	7,00	28,00
Rollizos 4" x 3m	Unidad	9	5,00	45,00
Clavo de 3"	kilo	4	5,00	20,00
Clavo de 1"	kilo	2	5,00	10,00
B. Materiales para instalación de riego				
Tubo PVC 3/4"	Unidad	0,5	12,00	6,00
Codo PVC 3/4"	Unidad	3	5,00	15,00
Filtro de anillos 3/4"	Unidad	1	38,00	38,00
Unión universal hidro rosca hembra 3/4"	Unidad	2	6,00	12,00
Válvula de bola PVC rosca hembra 3/4"	Unidad	1	10,00	10,00
Niple corto 3/4"	Unidad	4	2,00	8,00
Codo rosca 3/4 "- 1"	Unidad	1	8,00	8,00
Manguera polietileno HDPE 1"	Metro	5	1,50	7,50
Manguera polietileno HDPE 1/2"	Rollo	1	170,00	170,00
Conector inicial, más goma 1/2"	Unidad	12	1,00	12,00
Gotero regulable 0-70 L/H	Unidad	432	0,28	120,96
tapón 1"	Unidad	1	7,00	7,00
tapón dentado 1/2"	Unidad	12	0,80	9,60
Plástico mulch	Metro	45	1,20	54,00
C. Insumos				
Material vegetativo (esquejes)	Millar	1	350,00	350,00
Ácido giberélico	Unidad	1	25,00	25,00
Fungicida agrícola	kilo	1	12,00	12,00
D. Mano de obra no calificada				
Nivelado de terreno	Jornal	1	40,00	40,00
Construcción de fitotoldo	Jornal	3	40,00	120,00
Enraizado de material vegetativo	Jornal	0,5	40,00	20,00
Preparación de sustrato	Jornal	1	40,00	40,00
Acolchado	Jornal	1	40,00	40,00
Instalación de riego por goteo	Jornal	1	40,00	40,00
Plantación	Jornal	0,5	40,00	20,00
E.- Labores culturales				
Poda	Jornal	0,5	40,00	20,00
TOTAL, COSTOS DIRECTOS				S/1.942,06

Cuadro 71: Costo indirecto tratamiento (T9), pH ligeramente alcalino x Camino Real.

II COSTOS INDIRECTOS				
Costos administrativos 3%	Global			58,26
Costos financieros (1.2% mes x 5 meses)		23,30	5,00	116,52
TOTAL, COSTOS INDIRECTO				S/174,79
COSTO TOTAL				S/2.116,85

Cuadro 72: Análisis de costos tratamiento (T9), pH ligeramente alcalino x Camino Real.

COSTO DEL PRODUCTO			
Producción de fresa kg	1,0783		
Precio de fresa en el mercado	8	S/	8,63
Numero de campañas al año	4	S/	34,50
Duración en años	3		103,512
Total, de parcelas en fitotoldo	36	S/	3.726,43
Costo de las ventas		S/	3.726,43
Costo total de cultivo		S/	2.116,85
Unidad neta		S/	1.609,59
Índice de rentabilidad			76,04%

Cuadro 73: Resumen de análisis de costos de producción

Rubros	pH ligeramente acido x Aroma	pH ligeramente acido x San Andreas	pH ligeramente acido x Camino Real	pH neutro x Aroma	pH neutro x San Andreas	pH neutro x Camino Real	pH ligeramente alcalino x Aroma	pH ligeramente alcalino x San Andreas	pH ligeramente alcalino x Camino Real
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Rend. kg/parcela 1,08m2	0,77175	0,72975	0,603	0,6475	0,602	0,64375	0,591	0,69175	1,07825
Rend. kg/ experimento 76.23m2	27,783	26,271	21,708	23,31	21,672	23,175	21,276	24,903	38,817
Precio soles/ kg	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Campaña/año	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Tiempo duración años	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ingreso total s/	2667,168	2522,016	2083,968	2237,76	2080,512	2224,8	2042,496	2390,688	3726,432
Costo total del cultivo s/	2116,8454	2116,8454	2116,8454	2116,8454	2116,8454	2116,8454	2116,8454	2116,8454	2116,8454
Unidad neta s/	550,3226	405,1706	-32,8774	120,9146	-36,3334	107,9546	-74,3494	273,8426	1609,5866
INDICE DE RENTABILIDAD %	26,00%	19,14%	-1,55%	5,71%	-1,72%	5,10%	-3,51%	12,94%	76,04%

Se infiere que, las plantas de la fresa cultivada con concentración de pH Ligeramente alcalino*Variedad Camino Real (T9) se logró una utilidad neta de S/ 1,609.59 por 76.23 m², con un índice de rentabilidad de 76.04%; es decir, por cada S/ 100.00 de inversión se recupera como ganancia un monto económico de S/76.04. Esta superioridad se debe a las características genéticas de la variedad y condiciones ambientales del fitotoldo, más no a las concentraciones de pH, debido a que el tiempo de dispersión de los elementos alcalinos como Ca y Mg en la dolomita, no fueron suficientes durante la reacción dentro del sustrato suelo. Mientras que, con la concentración de pH Ligeramente ácido*Variedad Camino Real (T3), pH Neutro*Variedad San Andreas (5) y pH Ligeramente alcalino*Variedad Aroma T7) con -1.55 (S/ -32.88 de U.N.), -1.72 (S/ -36.33 de U.N.) y -3.51% (S/ -74.35de U.N.) resultaron una rentabilidad negativa; lo que quiere decir que, hay pérdida cuando se pretende producir los frutos de fresa bajo condiciones de pH y fitotoldo como cubierta.

Discusión de resultados

Del peso del fruto kg/ha.

Este trabajo de investigación tiene respaldo de los datos citados en marco teórico **Milosevic, T. M. (2009)**, concluye que el uso de CaO en suelos ácidos aumenta el pH del suelo y el rendimiento de los cultivares de fresa, el mayor rendimiento se registró con la dosis de aplicación de 750kg/ha con un pH de 5.75.

En el presente trabajo con la adición de $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$ el tratamiento de pH 7.6 con la aplicación de 300t/ha en la variedad Camino Real se obtuvo un rendimiento de 11,980.556 kg/ha que ocupó el primer lugar frente a los demás tratamientos, se deduce que el material encalante dolomita incorporó a la planta de fresa elementos básicos como calcio y magnesio que reaccionaron frente a los elementos de las asides del suelo y que finalmente sirvieron como nutrientes para la planta.

Frente a los rendimientos **FAOSTAT. (2016)**, registra a nivel nacional un rendimiento 20.07t/ha, estos resultados son con el uso de la tecnología y una fertilización adecuada; **Mena, L. M. (2017)**, menciona que los rendimientos obtenidos fue de 17.11t/ha con un abonamiento químico (100-30-30) Y 50% de abonamiento orgánico; **Renato, M. (2021)**, menciona que a nivel de costa y norte chico los rendimientos son 35t/ha con riego por gravedad y 50t/ha con riego tecnificado, la comparación de los rendimientos a nivel nacional está claramente diferenciado puesto que las condiciones ambientales son determinantes para la producción de fresa.

A nivel local **Quispe, E. (2023)**, en la provincia de Paucartambo obtiene un rendimiento 34t/ha con una frecuencia de riego 4 días; **Ramos, C. H. (2014)**, en la provincia de Urubamba obtiene un rendimiento 15.38t/ha con el uso de abonos orgánicos; **Quispe, Y. (2019)**, en el distrito de sayla obtiene un rendimiento de 15.78t/ha con el uso de abonos foliares; **Castro, R. (2018)**, en el distrito san Sebastián comunidad pumamarca obtiene un rendimiento de 36.03t/ha con el uso de fertirriego con inyector Venturi; en el presente experimento en centro agronómico kayra se obtuvo 11.98t/ha, la diferencia de los rendimientos dentro de una localidad está determinadas por el uso de la tecnología y principalmente de la fertilización es por tal razón se muestran diferencias considerables.

Del comportamiento agronómico

Longitud de fruto y diámetro ecuatorial del fruto no muestran diferencias significativas entre tratamientos con lo que se deduce que estos aspectos entre las tres variedades en estudio son iguales o homogéneas en la forma del fruto que adoptan la forma de globosa cónica.

Altura de planta el tratamiento de pH ligeramente ácido*variedad Camino Real (T3) con 20.740 cm fue superior, el tratamiento de pH ligeramente ácido*variedad San Andreas (T2) con 9.48 cm ocupó el último lugar, **EUROSEMILLAS. (2013)**, describe a la variedad de camino real como planta más erecta, mientras que la variedad san Andreas fruta muy firme en forma de receta, en el presente estudio se demostró las manifestaciones del autor citados en marco conceptual que esta superioridad se debe a las características genéticas de cada variedad más no a las concentraciones de pH.

Longitud de raíz el tratamiento de pH ligeramente ácido*variedad Camino Real (T3) con 24.55 cm fue superior, el tratamiento de pH ligeramente alcalino*variedad Camino Real (T9) 15.330 cm ocupó último lugar esta superioridad se debe a la disponibilidad de elementos básicos disponibles en el sustrato que estadísticamente la concentración de pH ligeramente ácido con 23.450 cm es superior seguido por concentración de pH neutro con 21.213 cm siendo el de ligeramente alcalino con 18.331 cm que ocupó el último lugar.

Del costo de producción

El tratamiento de pH ligeramente alcalino*variedad Camino Real (T9) se logró una utilidad neta de S/ 1,609.59 por 76.23 m², con un índice de rentabilidad de 76.04% es decir, por cada S/ 100.00 de inversión se recupera como ganancia un monto económico de S/ 76.04, la implementación de un cultivo con el uso de la tecnología es rentable por que se deduce gastos en mano de obra, además los materiales para la implementación de riego y fitotoldo se puede reutilizar para nueva plantación de fresa e inclusive para otras plantas hortícolas que se puede adaptar al sistema de siembra.

VII. CONCLUSIONES

Rendimiento:

En peso del fruto por planta, el tratamiento con sustrato de Ph = 7.60 con la aplicación de $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$ (dolomita) 300t/ha, considerado ligeramente alcalino con la variedad Camino Real (T9), se tuvo un rendimiento de 1 078.250 g/parcela o 11,980.556 kg/ha es decir 11.980 t/ha ocupó el primer lugar superando el rango de producción promedio a nivel regional (Cusco: 3 – 10 t/ha). Pero situándose en un rango inferior a la producción nacional e internacional. Asimismo, en número de frutos por parcela el tratamiento (T9), con 50.25 frutos/parcela, fue superior al resto de los tratamientos, la superioridad en los rendimientos en el sustrato de pH alcalino es porque los elementos como calcio y magnesio del material encalante (dolomita) sirvieron para la nutrición para las plantas en estudio.

Comportamiento agronómico:

En longitud del fruto el tratamiento con sustrato de pH = 7.00 con la aplicación de $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$ (dolomita) 150t/ha, considerado neutro con la variedad Camino Real (T6), con 5.04 cm fue superior a los demás tratamientos; asimismo en diámetro ecuatorial del fruto con 3.71 cm ocupó el primer lugar esta superioridad se debe a las características genéticas de la variedad; en longitud de fruto y diámetro ecuatorial no se tuvo mayor variación entre las variedades de fresa (Aroma, San Andreas y camino real). Mientras que, en altura de planta el tratamiento con sustrato de pH = 6.10 ligeramente ácido con la variedad Camino Real (T3), con 20.74 cm, ocupó el primer lugar. De igual modo, en longitud de raíz el tratamiento (T3), con 24.76 cm, ocupó el primer lugar estas diferencias se debe a las características genéticas de cada variedad.

Índice de rentabilidad

La fresa cultivada bajo fitotoldo con riego por goteo con concentración de pH Ligeramente alcalino*Variedad Camino Real (T9) se logró una utilidad neta de S/ 1,609.59 por 76.23 m² o S/ 211,149.15 en una hectárea, con un índice de rentabilidad de 76.04%; es decir, por cada S/ 100.00 de inversión se recupera como ganancia un monto económico de S/ 76.04.

VIII. SUGERENCIAS

- Realizar experimentos de cultivo de fresa en los diferentes niveles de pH, aplicando encalados de dolomita, por lo menos 06 meses antes del proceso de trasplante.
- Realizar estudios de contenido de azúcar del fruto de la fresa producidos en diferentes niveles de pH.
- Realizar ensayos del contenido de acides del fruto de la fresa producidos en diferentes niveles de pH.
- Realizar estudio del contenido de elementos y microelementos de la dolomita (kontay) de la cantera ladrillaría del centro agronómico kayra.
- Realizar estudio de los diferentes niveles de pH en la fresa variedad camino real con diferentes tipos de riego localizado.
- Introducir nuevas variedades resistentes a las condiciones ambientales y que se adapten a la acides del suelo del Centro Agronómico K'ayra.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Abad-Berjon M. (2004). Noguera-Murray P, Carrión-Benedito C. Los sustratos en los cultivos sin suelo. En: Urrestarazu-Gavilán. Cultivo sin suelo. Madrid: Mundi Prensa. 113-158.
- AEFA. (Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes) disponible en la web: <https://aefa-agronutrientes.org/que-es-aefa>
- Aguilar, M. (2011). Demanda nutrimental de cuatro variedades de fresa (***Fragaria x ananassa***), Cultivadas en la región Zamora Michoacan. Tesis. Mg. Sc. Montecillo. Texcoco, edo. México.
- Alarcón AL. (2000). Tecnología para cultivos de alto rendimiento. España: Novedades Agrícolas. 459.
- Alsina, L. (1984). Cultivo de fresas y fresones. 3 ed. Edit. Barcelona, Sintes.
- Asqui, C.R. (2018). Efecto de encalado en la producción de papa (*solanum tuberosum* L.)var. imilla negra en un suelo ácido del CIP. TESIS. Camacani, Puno. Disponible en:
file:///C:/Users/hudel/Downloads/Asqui_Saraza_Christiam_Rudy.pdf
- Baca, G. C. (2010). "Manual técnico de riego presurizado".
- Baixauli-Soria C, Aguilar-Oliver JM. (2002). Cultivo sin suelo de hortalizas. Serie de divulgación técnica no. 53. Generalitat Valenciana; 110.
- Bernier, R; Alfaro, M. (2006). Acidez de los suelos y efecto del encalado. Osorno, Chile. Disponible en:
<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33824.pdf>
- Bielinski, M. S. y Henner, A. Obregon. (2002). Prácticas culturales para la producción comercial de fresa en Florida.
- Bonet. (2010). Tesis Doctoral Desarrollo y Caracterización de Herramientas Genómicas en *Fragaria* Diploide Para la Mejora del Cultivo de Fresa, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Burés, S. (1997). Sustratos. Madrid: Ediciones Agrotécnicas. 342.
- Castro, R. (2018). rendimiento de tres variedades de fresa (*fragaria x ananassa* duch) con cuatro niveles de fertirrigación bajo fitotoldo en la comunidad campesina de pumamarca, san sebastián – cusco.
- Chávez-Aguilera N, (2009). Romantchik Kriuchkova E, Gracia López C, Velázquez Borja M. Desinfección en estático con calor de sustratos. Ingeniería Agrícola y Biosistemas 1: 127-136.

- Cieslinski G, Neilsen GH y Hogue EJ. (2004). Efecto de la aplicación de cadmio al suelo y el pH sobre el crecimiento y la acumulación de cadmio en raíces, hojas y frutos de plantas de fresa (*Fragaria X ananassa* Duch.). *Planta y Suelo* 180: 267-276.
- Compillo, R. (2014). Corrección de suelos acidificados mediante enmiendas calcáreas en la región de la Araucanía. Temuco, Chile. Disponible en: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40224.pdf>
- Cronquist, A. (1988). Introducción a la botánica. Compendio Editorial Continental S.A. VI Edición.
- Darrow, G.M. (1966). *The strawberry: history, breeding and physiology*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Espinosa, J. (1987). Efecto de encalado en las propiedades químicas de los suelos ecuatorianos. Memorias del primer congreso nacional de ciencias de la comunidad científica ecuatoriana Quito. Ecuador.
- Espinosa, J. y Molina, E. (1999). *Acidez y encalado de los suelos*. 1ª edición. International Plant Nutrition Institute (IPNI) - Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 42 p.
- Eurosemillas. (2013). *Tu Grupo Agraria virtual: cultivares de fresa* (en línea). Empresa Eurosemillas. Córdova. Disponible en: <http://www.eurosemillas.com/es/2015-10-14-08-58-51/fresa.html>.
- FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y alimentación, IT). (2004). *Manual para el mejoramiento del manejo postcosecha de frutas y hortalizas, s.e. Parte II. Control de calidad, Almacenamiento y transporte*.
- FAOSTAT. (2016). *Producción de Fresa del Perú: 1965 al 2016* (en línea). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO). Disponible. En: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- Fitzpatrick, E. (1985). Suelos. En E. FitzPatrick, *suelos* (pag.147). Mexico D.F.Continental.
- Flórez R. Y Mora R. (2010). *Fresa (**Fragaria x ananassa Dutch.**) Producción y Manejo postcosecha*. Corredor Tecnológico Industrial. Cámara de Comercio de Bogotá.
- Folquer, F. (1986). *La frutilla o fresa. Estudio de la planta y su producción comercial* 1º ed. Argentina, hemisferio sur.
- Frederickson J, Graham H, Hobson AM. (2007). *Effect of pre-composting and*

- vermicomposting on compost characteristics. *European Journal Soil Biology*, 43: 5320-5326.
- Gavlak, R.G., D.A. Horneck, y R.O. Miller. (1994). *Plant, Soil and Water Reference, methods for the Western Región. WREP 125*).
- Grigatti M, Giorgioni ME, Cavani L, Ciavatta V. (2007). Vector analysis in the study of the nutritional status of *Philodendron* cultivated in compost-based media. *Scientia Horticulturae*; 112: 448-455.
- Hancock, J. (1999). *Strawberries*. CABI Publishings. Michigan. USDA.
- INEI, (2012). IV CENSO NACIONAL AGROPECUARIO 2012. www.inei.gob.pe
- INTA/FAO, (2009). *Manejo integrado de la fertilidad de suelos en Nicaragua. Manual para extensionistas*. Managua – Nicaragua. 70 pág.
- IPNI, (2014). (International Plant Nutrition Institute). *Dinámica de la acidez. Conferencia Armando Tasistro*. 86 láminas Powers Point.
- Juscafresa, B. (1987). *Fresas, fresones y tomates*. 2da. edición. Editorial Aedos. Barcelona.
- Kämpf AN, Jun Takane R, Vital de Siqueira, (2006). PT. *Floricultura, Técnicas de preparo de substratos*. Brasilia: LK editora. 132.
- Lavin, A. A.; Maureyca, C. M. (2000). *La frutilla chilena de fruto blanco*. Boletín técnico N° 39. INIA-Caupense-Chile.
- Lihar, (2023). *Empresa de distribución de agrofilm en Perú* disponible en: <https://lihar.com.pe/que-es-un-invernadero-y-un-fitotoldo/>
Localizado. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 399 p
- Lopez, R. (2004). *La función de los micros elementos en la nutrición. El hierro*. Cali, Colombia.
- López, R; Hernández. J.M; Pérez, A y Gonzáles, J.F. (1997). *Riego*
- Maldonado, A. y Hernandez, T. (1995). *La fertilización en el cultivo de fresa*. Madrid, España.
- Maroto, V. J. (1988). *Producción de fresas y fresones*. Primera edición. Editorial Mundi Prensa. Madrid. 120p.
- Mena, L. M. (2017). *Tesis de pregrado titulada: 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 en el distrito de Cayma – Arequipa*.
- Milosevic, T. M., N. T. Milosevic, e I. P. Glisic. (2009). *Strawberry (Fragaria x*

- ananassa Duch.) yield as affected by the soil pH. An. Acad. Bras. Ciênc. 81: 265-269.
- Mundoagro, (2022). El pH: indicador clave de la calidad del suelo por su influencia en aspectos químicos y biológicos, disponible en: <https://mundoagro>.
- Nazar, J. (2015). Efecto del encalado en el crecimiento de la valeriana pilosa r&p enhuanico, Cajamarca. Tesis Mg. Sc. Cajamarca, Perú.85p.
- Olarte, W. (2002). "Manual diseño y gestión de sistema de riego por aspersión en laderas". Cusco: DANNY'S GRAFF.
- Orellana, H. (2002). Los macro elementos secundarios. La importancia del calcio en los frutales. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía.
- Osorio, N. W. (2008). Acidez del suelo y su manejo. Universidad Nacional de Colombia. Profesor Asociado - Biotecnología Ambiental. Escuela de Biociencias- Facultad de Ciencias. Disponible en: <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/5%20ACIDEZ%20Y%20ENCALAMIENTO%20DEL%20SUELO.pdf>
- Pizarro, F. (1996). Riegos Localizados de Alta Frecuencia. 3ª Edición. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 511p.
- Plaster, E. (2005). La ciencia del suelo y su manejo. En E. Plaster, la ciencia del suelo y su manejo (pag. 166). Madrid: Thomson.
- Poling, E. B. (2012). Strawberry plant structure and growth habit. Proceedings of the 2012 Empire State Producers Expo.Syracuse, NY. <http://www.hort.cornell.edu/expo/2012proceedings.php>. Acceso: 20 de marzo 2021.
- Porta, J., López Acevedo, M., Roquero, C. (2003). "Edafología para la agricultura y el medio ambiente". Ed. Mundi prensa, pp. 167-202.
- Quaggio, J. (2000). Acidez e calagem em solos tropicais. Instituto Agronômico de Campinas. SP, Brasil. 111 p.
- Quispe, E. (2023). Tesis de pregrado titulada: efecto de la aplicación de tres frecuencias de fertirriego en el rendimiento de fresa (fragaria x ananassa) bajo condiciones de fitotoldo en la comunidad campesina de sihuaypampa–paucartambo – cusco.
- Quispe, Y. (2019). Tesis de pregrado titulada: "efecto de tres abonos foliares y soluciones nutritivas en la producción de variedades de fresa (**fragaria sp.**) con un sistema de acolchado plastico en fitotoldo en saylla cusco."

- Ramos, C. H. (2014). Tesis de pregrado titulada: "evaluación del efecto de cuatro fertilizantes orgánicos en el rendimiento y calidad de frutos de fresa (*fragaria x ananassa duch*) variedad camarosa en urubamba-cusco". tesis-unsaac, cusco-perú.
- Raviv M, Leith JH, (2009). Soilless culture: theory and practice. California: Elsevier: 608.
- Renato, M. (2021). Asesor de REDACRÍCOLA publica el 30 de abril fresa sigue consolidando en Perú, en la web: <https://redagricola.com/la-fresa-sigue-consolidandose-en-peru/>
- Röber, R. (2000). Gärtnerische Substrate: Möglichkeiten und Grenzen ihrer Herstellung und Verwendung; Beispiele aus Forschung, Industrie und Anwendung. En: AN Kämpf, & MH Fermino (eds). Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Genesis: 105-138.
- Roudeillac, P.; Veschambre, D. (1987). La fraise. Techniques de production. Paris: Ed. Ctifl.
- Sims, J.T. (1996). Lime requirement in: Methods of Soil Analysis. D.L. Sparks, Editor; Part 3. Chemical Methods. Chapter 17. Madison, Wisconsin. SSSA. Book Series No. 5. 491 – 513.
- Staudt, G. (1999). Systematics and geographic distribution of the American strawberry species: taxonomic studies in the genus *Fragaria* (Rosaceae: Potentilleae). University of California Publications in Botany.
- Toledo, M. (2016). Manejo de suelos ácidos en las zonas altas de Honduras: conceptos y métodos. Tegucigalpa, Honduras. Disponible en: <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/3108/1/BVE17069071e.pdf>
- Valencia, G. (1998). Manual de Nutrición y Fertilización del Café. Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS). Quito, Ecuador. 61 p.
- Villasmil M. (2008). Uso de desechos orgánicos compostados en mezclas para la producción de dos plantas de temporada (Tesis) Maestría en Horticultura. Barquisimeto, estado Lara, Venezuela: Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado.
- Weaver, J. E.; Bruner, W.E. (1927). Root development of vegetable crops. (1ra ed.). New York, London: Mc Graw-Hill Book Company, Inc.

ANEXOS

ANEXO 01: GALERÍA DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍAS 1: Construcción de fitotoldo.



FOTOGRAFÍAS 2: Tratamiento del material vegetativo.



FOTOGRAFÍAS 3: Desinfección del sustrato para el enraizado.



FOTOGRAFIAS 4: Enraizado de material vegetativo.



FOTOGRAFIAS 5: Construcción de parcelas para los tratamientos.



FOTOGRAFIAS 6: Determinación de pH de los sustratos.



FOTOGRAFIAS 7: Obtención de dolomita y residuos orgánicos (tierra negra).



FOTOGRAFIAS 8: Preparación de sustrato.



FOTOGRAFIAS 9: Homogenización de los sustratos.



FOTOGRAFIAS 10: Preparación de enmienda.



FOTOGRAFIAS 11: Homogenización de enmienda.



FOTOGRAFIAS 12: Acolchado de los bloques.



FOTOGRAFIAS 13: Perforado del plástico.



FOTOGRAFIAS 14: Instalación de riego por goteo.



FOTOGRAFIAS 15: Trasplante de plantas de fresa.



FOTOGRAFIAS 16: Eliminación de flores.



FOTOGRAFIAS 17: limpieza de las plantas de fresa.



FOTOGRAFIAS 18: Eliminación de estolones de fresa.



FOTOGRAFIAS 19: Desarrollo de las plantas.



FOTOGRAFIAS 20: Etiquetado de las parcelas.



FOTOGRAFIAS 21: Control de plagas y enfermedades.



FOTOGRAFIAS 22: Inicio de producción.



FOTOGRAFIAS 23: Evaluación de peso de fruto.



FOTOGRAFIAS 24: Contabilización de número de frutos.



FOTOGRAFIAS 25: Toma de medidas de longitud de fruto.



FOTOGRAFIAS 26: Toma de medidas de diámetro ecuatorial.



FOTOGRAFIAS 27: Degustando variedades de fresas.



FOTOGRAFIAS 28: Toma de medidas de altura de planta.



FOTOGRAFIAS 29: Toma de medidas de longitud de raíz.

