UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

"EFECTO DEL EXTRACTO DE SAUCE *(Salix alba)* ***SOBRE*** **EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE FRESA** *(Fragaria annanasa)* **EN LA ESPERANZA, IMBABURA"**

Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

Línea de investigación: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.

AUTOR:

Jonathan Steve Loyo Pozo

DIRECTOR:

Msc. Ima Sumac Sánches de Céspedes

Ibarra - Ecuador 2026

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

"EFECTO DEL EXTRACTO DE SAUCE *(Salix alba)* *SOBRE* EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria annanasa)* **EN LA ESPERANZA, IMBABURA"**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener Titulo de:

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADO:

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
IMA SUMAC SANCHEZ DE CESPEDES

MSc. Ima Sumac Sánchez de Céspedes

DIRECTOR FIRMA

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
JUAN PABLO ARAGON SUAREZ

MSc. Juan Pablo Aragón Suárez

ASESOR FIRMA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACION A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Loyo Pozo Jonathan Steve

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"EFECTO DEL EXTRACTO DE SAUCE *(Salix alba) SOBRE* EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria annanasa)* EN LA ESPERANZA, IMBABURA"
AUTOR:	Loyo Pozo Jonathan Steve
FECHA DE APROBACIÓN:	03 de septiembre de 2026
PROGRAMA:	■ PREGRADO ☐ POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Agropecuaria
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Juan Pablo Aragón Suaré z MSc MSc. Ima Sumac Sánchez de Céspedes

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 03 días del mes de agosto de 2026

EL AUTOR: Validar únicamente en FirmaEC. Firmado electrónicamente por: JONATHAN STEVE LOYO POZO

Jonathan Steve Loyo Pozo

CERTIFICACION DE AUTORIA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jonathan Steve Loyo Pozo bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 03 días del mes de septiembre de 2026



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
IMA SUMAC SANCHEZ DE CESPEDES

MSc. Ima Sumac Sánchez de Céspedes.

DIRECTORA DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 03 días del mes de septiembre del 2026

Jonathan Steve Loyo Pozo: EFECTO DEL EXTRACTO DE SAUCE *(Salix alba) SOBRE* EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria annanasa)* EN LA ESPERANZA, IMBABURA

Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 31 días del mes de agosto del 2026, 63 páginas.

DIRECTORA: MSc. Ima Sumac Sánches de Céspedes.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Determinar el efecto del extracto de Sauce (*Salix alba* L.) sobre el comportamiento agronómico del cultivo de fresa (*Fragaria annanasa*) en La Esperanza, Imbabura.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Evaluar las características morfo-agronómicas del cultivo de fresa bajo las aplicaciones de extracto sauce.
- Comparar el rendimiento y calidad del fruto de fresa entre los tratamientos aplicados
- Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de titulación representa la culminación de una etapa fundamental en mi formación profesional y en mi crecimiento personal. Por ello, expreso mi más profundo y sincero agradecimiento a quienes hicieron posible alcanzar esta meta.

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para superar cada dificultad durante este camino académico.

A mis padres, por haber sido el inicio y el motor de mis estudios. Gracias por sus enseñanzas, por los valores inculcados y por el esfuerzo realizado para brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente. Aunque hoy no viva junto a mi familia, su apoyo y confianza siempre han estado presentes, acompañándome en cada paso.

De manera muy especial, agradezco a mi madre, quien siempre confió en mí, incluso en los momentos más difíciles. Su apoyo incondicional, sus palabras de ánimo y su fe constante fueron fundamentales para no rendirme y seguir adelante hasta culminar esta etapa.

A mi pareja, quien fue un apoyo esencial en la recta final de mis estudios. Gracias por tu paciencia, comprensión y motivación constante. Tu compañía y respaldo fueron determinantes para poder concluir este logro.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, formaron parte de este proceso y contribuyeron a mi crecimiento académico y personal.

Con gratitud.

Jonathan Steve Loyo Pozo

DEDICATORIA

Una etapa importante de mi vida llega a su culminación, y con profundo amor, gratitud y emoción dedico este trabajo a las personas que han sido parte fundamental de este camino y que, de una u otra manera, me han dado fuerzas para seguir adelante.

A mis padres, por su amor incondicional, sus sacrificios, sus enseñanzas y por haberme inculcado desde siempre el valor del esfuerzo, la responsabilidad y la perseverancia. Gracias por creer en mí, por acompañarme en cada etapa y por enseñarme que, a pesar de las dificultades, siempre vale la pena luchar por alcanzar los sueños. Este logro es también fruto de todo lo que ustedes han hecho por mí.

A mi hermano y a mi familia, por su cariño, compañía y apoyo en los momentos buenos y difíciles. Gracias por formar parte de mi vida, por sus palabras de aliento y por compartir conmigo cada paso de este proceso.

Y de manera muy especial, a esa persona que llegó a mi vida de una manera inesperada y que poco a poco se convirtió en alguien fundamental para mí. Gracias por tu cariño, por tu paciencia, por escucharme, por hacerme sonreír y por devolverme emociones que creía olvidadas. Tu presencia ha hecho que esta etapa tenga un significado aún más especial.

Quizá el tiempo que llevamos compartiendo no sea mucho, pero lo que siento por ti es sincero y profundo. No sé qué nos deparará el futuro, pero sí sé que quiero seguir caminando a tu lado, cuidarte, apoyarte y estar presente en cada momento que la vida nos permita compartir. Llegaste en un momento inesperado y terminaste ocupando un lugar muy especial en mi corazón.

A todos ustedes, que de diferentes maneras han sido parte de este camino, dedico este logro con todo mi amor, respeto y gratitud. Este título representa no solo el resultado de años de esfuerzo, sino también el recuerdo de todas las personas que me dieron motivos para no rendirme y continuar hasta alcanzar esta meta.

Jontahan Steve Loyo Pozo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I 1

INTRODUCCIÓN 1

1.1 ANTECEDENTES 1
1.2 PROBLEMA DE IVESTIGACIÓN 2
1.3 JUSTIFICACIÓN 3
1.4 OBJETIVOS 4
1.4.1 Objetivo general 4
1.4.2 Objetivos específicos 4
1.5 HIPÓTESIS 5
1.5.1 Hipótesis nula (Ho) 5
1.5.2 Hipótesis alternativa (Ha) 5
2.1 GENERALIDADES 6
2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA 6
2.3 IDENTIFICACION TAXONÓMICA 7
2.3.1 Raiz 7
2.3.2 Tallos 7
2.3.3 Hojas 8
2.3.4 Flor 8
2.3.5 Fruto 8
2.3.6 Estolones 8
2.4 VARIEDAD ALBION 9
2.5 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS 9
2.5.1 Altura 9
2.5.2 Clima 9
2.5.3 Temperatura 9
2.5.4 Precipitación 9
2.5.5 Humedad relativa 9
2.5.6 Suelo 10
2.5.7 pH 10
2.5.8 Materia orgánica (MO) 10
2.5.9 Agua de riego 10

2.6 PLAGAS Y ENFERMEDADES 10
2.6.1 Plagas 10
2.6.2 Enfermedades 11
2.7 EXTRACTOS VEGETALES 12
2.7.1 Uso de extractos vegetales 13
2.8 ELABORACIÓN DE EXTRACTO VEGETALES 13
2.9 SAUCE (SALIX ALBA L.) 13
2.9.1 Clasificación botánica del sauce 14
2.9.2 Usos del sauce 14
2.9.3 Usos del extracto de sauce 15
2.10 MARCO LEGAL 16
3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 17
3.2 MATERIALES, EQUIPOS, INSUMOS Y HERRAMIENTAS 18
3.3 MÉTODOS 18
3.3.1 Factor en estudio 18
3.3.2 Tratamientos 18
3.3.3 Diseño experimental 19
3.3.4 Características del experimento 19
3.3.5 Características de la unidad experimental 20
3.3.6 Análisis estadístico 20
3.4 VARIABLES EVALUADAS 21
3.4.1 Porcentaje de prendimiento 21
3.4.2 Número de flores (primera floración). 21
3.4.3 Número de flores (segunda floración) 21
3.4.4 Inicio de fructificación 21
3.4.5 Rendimiento 21
3.4.6 Sólidos solubles (° Brix) 22
3.5 ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO 22
3.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO 23
3.6.1 Preparación del suelo 23
3.6.2 Preparación del invernadero 23
3.6.3 Incorporación de materia orgánica 23
3.6.4 Delimitación de parcelas 23

3.6.5 Elaboración de camas 23
3.6.6 Instalación del sistema de riego 23
3.6.7 Desinfección de camas 24
3.6.8 Incorporación de acolchado 25
3.6.9 Transplante y desinfección 25
3.6.10 Riego 26
3.6.11 Poda 28
3.6.12 Aplicación del extracto de Sauce 28
3.7 OBTENCIÓN DEL EXTRACTO VEGETAL 29
3.7.1 Recolección de materia vegetal 29
3.7.2 Peso de material vegetal 29
3.7.3 Secado. 30
3.7.4 Triturado 30
3.7.5 Macerado 31
3.7.6 Filtrado 31
3.7.7 Pruebas de fitotoxicidad 31
4.1 NÚMERO DE HOJAS 32
4.2 NÚMERO DE FLORES 34
4.3 NÚMERO DE FRUTOS CUAJADOS 35
4.4 NÚMERO DE FRUTOS MADUROS 37
4.5 PESO DE FRUTOS 39
4.6 SOLIDOS SOLUBLES (° BRIX) 40
4.7 RELACIÓN COSTO/BENEFICIO 42
5.1 CONCLUSIONES 44
5.2 RECOMENDACIONES 45
REFERENCIAS 46

ÍNIDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del área de estudio. 17
Figura 2 Esquema del diseño experimental utilizado en la investigación. 19
Figura 3 Identificación de Grados brix en la fresa (Fragaria annanasa). 22
Figura 4 Instalación del sistema de riego en las unidades experimentales. 24
Figura 5 Incorporación de acolchado en las camas de las unidades experimentales. 25
Figura 6 Desinfección y trasplante de plántulas de fresa (Fragaria annanasa). 26
Figura 7 Poda de primeras flores de la fresa (Fragaria annanasa). 28
Figura 8 Peso de material vegetal. 30
Figura 9 Secado del material vegetal en la estufa industrial RAYPA. 30
Figura 10 Obtención de los tratamientos de extractos de hojas de Sauce (Salix alba. L.). 31
Figura 11 Resultados para la variable número de hojas en el cultivo de fresa. 33
Figura 12 Resultados para la variable número de flores en el cultivo de fresa. 34
Figura 13 Resultados para la variable número de frutos cuajados en el cultivo de fresa. 36
Figura 14 Resultados para la variable número de frutos maduros en el cultivo de fresa. 38
Figura 15 Resultados para la variable peso de frutos en el cultivo de fresa. 39
Figura 16 Resultados para la variable Grado Brix del fruto de fresa. 41

ÍNIDICE DE TABLAS

Tabla 1 Identificación taxonómica de la fresa (Fragaria annanasa).....7
Tabla 2 Plagas principales del cultivo de fresa (Fragaria annanasa). 11
Tabla 3 Enfermedades principales del cultivo de fresa (Fragaria annanasa). 12
Tabla 4 Clasificación taxonómica de Sauce (Salix alba.L.). 14
Tabla 5 Materiales, equipos, insumos y herramientas utilizados en la investigación.....18
Tabla 6 Descripción de los tratamientos implementados en el proyecto. 19
Tabla 7 Características generales del diseño experimental.....20
Tabla 8 Características de la unidad experimental.....20
Tabla 9 Datos para la estimación de riego. 27
Tabla 10 Análisis de variable para la variable número de hojas.....32
Tabla 11 ADEVA para la variable número de flores en el cultivo de fresa. 34
Tabla 12 Variable número de frutos cuajados en el cultivo de fresa. 36
Tabla 13 Variable número de frutos maduros en el cultivo de fresa. 37
Tabla 14 ADEVA para la variable peso de frutos del cultivo de fresa. 39
Tabla 15 Variable Grado Brix del fruto de Fresa.....40
Tabla 16 Costos y beneficio de los tratamientos en estudio. 42

EFECTO DEL EXTRACTO DE SAUCE *(Salix alba) SOBRE* EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria annanasa)* EN LA ESPERANZA, IMBABURA.

Loyo Pozo Jonathan Steve

Universidad Técnica del Norte

Mail: jsloyop@utn.edu.ec

RESUMEN

El uso de extractos vegetales en la agricultura constituye una alternativa sostenible para mejorar el crecimiento y productividad de los cultivos. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del extracto de sauce (*Salix alba* L.) sobre el comportamiento morfo-agronómico del cultivo de fresa. Se evaluaron tres tratamientos: extracto de sauce en etanol (10 mL L^{-1}), extracto de sauce en agua (10 mL L^{-1}) y testigo. Los tratamientos fueron aplicados mediante el método drench y se evaluaron variables como; número de hojas, número de flores, número de frutos cuajados y frutos maduros por planta. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis estadístico para determinar diferencias significativas entre tratamientos. Los resultados evidenciaron que el tratamiento con extracto en etanol presentó los valores más altos en las variables evaluadas, registrando 8.33 hojas, 5.54 flores, 6.55 frutos cuajados y 7.07 frutos maduros por planta, superando al extracto en agua y al testigo. Estos resultados demuestran un efecto positivo del extracto de sauce sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo del cultivo de fresa. Se concluye que el extracto de sauce en etanol es una alternativa agroecológica viable para mejorar el desarrollo y la productividad del cultivo.

Palabras clave: auxinas, fitoreguladores, metabolismo vegetal, productividad frutícola, bioestimulación.

EFFECT OF WILLOW EXTRACT ***(Salix alba)*** **ON THE AGRONOMIC BEHAVIOR OF STRAWBERRY CULTIVATION** ***(Fragaria annanasa)*** **IN LA ESPERANZA, IMBABURA.**

Loyo Pozo Jonathan Steve

Universidad Técnica del Norte

Mail: jsloyop@utn.edu.ec

ABSTRACT

The use of plant extracts in agriculture is a sustainable alternative for improving crop growth and productivity. This research aimed to evaluate the effect of willow (*Salix alba* L.) extract on the morpho-agronomic performance of strawberry plants. Three treatments were evaluated: willow extract in ethanol (10 mL L^{-1}), willow extract in water (10 mL L^{-1}), and a control. The treatments were applied using the drench method, and variables such as the number of leaves, number of flowers, number of fruit set, and number of ripe fruits per plant were assessed. The data obtained were subjected to statistical analysis to determine significant differences between treatments. The results showed that the treatment with the ethanol extract presented the highest values for the evaluated variables, registering 8.33 leaves, 5.54 flowers, 6.55 fruit set, and 7.07 ripe fruits per plant, surpassing the water extract and the control. These results demonstrate a positive effect of willow extract on the vegetative and reproductive growth of strawberry plants. It is concluded that willow extract in ethanol is a viable agroecological alternative for improving crop development and productivity.

Keywords: auxins, phytoregulators, plant metabolism, fruit productivity, biostimulation.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La producción del cultivo de fresa y el consumo del fruto fresco por parte de las personas, tiene una muy buena aceptación en todo el mundo, esta planta es precoz y de alta producción, cuyo fruto es de exquisito sabor y posee un alto valor nutricional muy apetitosa en el mercado (Khoshnevisan et al., 2013). En Ecuador ha tomado una gran solidez empezado a formar parte de la canasta familiar, el fruto es bastante atractivo para el consumidor, por su aroma y sabor exquisito; también posee gran cantidad de vitaminas, minerales y ácidos orgánicos, actuando como desinfectantes y antiinflamatorios que hace que disminuya el colesterol (Vizcaino, 2011).

El cultivo ha llegado a ser imprescindible en cuanto a demanda en el mercado local, siendo los pequeños y medianos productores los que cubren y satisfacen la demanda interna de todo el país, en este sentido y con estas consideraciones surge la necesidad de buscar nuevas alternativas para la producción del cultivo (Cano, 2013).

En el país la producción de fresa asciende alrededor de 16.270 kg de fresa por hectárea, principalmente la producción se centra en la región sierra. Siendo la provincia de Pichincha la de mayor producción de aproximadamente 400 hectáreas, seguido de Tungurahua con 240 hectáreas y finalmente; Imbabura, Chimborazo, Azuay y Cotopaxi donde se cultiva alrededor de 40 hectáreas en cada provincia (Lema, 2025).

En la agricultura los fertilizantes y plaguicidas son muy utilizados para generar mayor rendimiento en los cultivos, sin embargo, el uso indiscriminado de estos productos por largo tiempo ha generado problemas en el medio ambiente y en las personas. El Ecuador es dependiente del uso de insumos químicos, en los años 2019, 2020 y 2021 se importaron un promedio de 56.4% de productos químicos. Los fertilizantes más utilizados en el país son la urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio (Mantuano y Gras, 2024).

La aplicación de extractos como remedios naturales, elaborados con plantas comunes, se han utilizado durante generaciones como métodos preventivos y curativos contra los hongos, la presencia de metabolitos secundarios dentro del Reino Vegetal muestra que los mismos proponen diversas formas de contención a la infección y/o colonización de ciertos patógenos. La actividad antifúngica de las especies vegetales presenta menor impacto ambiental, siendo

así una estrategia natural para controlar diferentes patógenos fúngicos asociados a los alimentos y que ponen en riesgo la salud humana y animal a la vez que representa una técnica sostenible económica y ambientalmente (Yanar et al., 2011).

En un trabajo realizado con extractos como enraizadores naturales se compararon ES (extracto de sauce) y AC (agua de coco), además se utilizaron varios sustratos S1 (Turba + arena + cascarilla), S2 (turba + arena) y S3 (Turba + cascarilla). La aplicación del extracto de sauce fue más eficiente para la longitud de la raíz obteniendo un promedio de 10.25 cm a los 90 días, a diferencia de los tratamientos con agua de coco que obtuvieron 7.98 cm de longitud en promedio (Quispe, 2013).

El sauce *(Salix alba* L.*)* posee salicinas naturales, su corteza es rica en taninos y ácido salicílico, que favorecen mucho más la renovación celular. Estudios han demostrado que el ácido salicílico promueve el enraizamiento y la floración de varias plantas además es reconocido como un agente; analgésico, antiséptico, astringente y antiinflamatorio (Giraldo et al., 2009).

1.2 PROBLEMA DE IVESTIGACIÓN

La contaminación ambiental, la erosión, el uso de grandes cantidades de pesticidas y el crecimiento de grandes poblaciones de patógenos y plagas. Los esfuerzos para desarrollar nuevas alternativas de manejo de cultivos se están volviendo necesarios y comunes en la actualidad, la falta de tierra fértil permite la creación de técnicas para producir grandes poblaciones de plantas en espacios reducidos. Estos métodos alternativos incluyen el uso de invernaderos con sistemas semihidropónicos y métodos inteligentes que permiten la agricultura de precisión, todos los cuales están revolucionando la producción mundial de frutas y verduras.

Lograr este equilibrio significa equilibrar el ambiente ideal para el establecimiento de las plantas, tanto química como físicamente, y así lograr el máximo potencial de producción de cada género y especie preparados genéticamente para la producción agrícola.

Por tanto, estos resultados dependen esencialmente del tipo de sustrato utilizado, especialmente de sus propiedades fisicoquímicas, ya que el desarrollo y la actividad de las raíces están directamente relacionados con las condiciones del aire y el contenido de agua, además del efecto directo. afecta la absorción de nutrientes por parte de las especies que se desarrollan en él. Todas estas interacciones se reflejan positiva o negativamente en la planta.

Un aumento de la temperatura y un aumento del dióxido de carbono pueden tener un efecto positivo en el crecimiento vegetativo. La disminución de las temperaturas en invierno puede

reducir la acumulación de horas frío que utilizan los árboles frutales para salir de la latencia. Como resultado, muchos cultivos no cumplieron con sus requisitos de frío, lo que resultó en una floración irregular y dispersa. Esto conduciría a una disminución en la productividad general (Rios et al., 2016).

El cultivo de fresas semihidropónico de forma extensiva durante los últimos 100 años y se ha descubierto que son una de las plantas que más se benefician de este método de cultivo. Este es un método ecológico, no contaminante porque no hay emisiones de fertilizantes que contaminen el medio ambiente. En el contexto mencionado anteriormente, el objetivo de este trabajo es evaluar los medios de cultivo para el crecimiento de la fresa en diferentes sustratos.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación evaluó el comportamiento agronómico del cultivo de fresa (*Fragaria annanasa)* mediante la aplicación de extracto de Sauce (*Salix alba* L.) obtenidos por maceración en agua y etanol. Permitiendo así identificar cuál de los tratamientos evaluados mejora su rendimiento en la producción del cultivo de fresa. En el Ecuador la agricultura es una de las actividades más importantes para el crecimiento social y económico de los agricultores, el cultivo de fresa en los últimos años su producción ha ido aumentando gracias a su alta demanda. Además, su producción tiene grandes ventajas como condiciones climáticas favorables, alta demanda tanto a nivel nacional e internacional por su amplio uso y buen sabor (Palchisaca, 2018).

La planta de fresa es termo y fotoperiódica, o sea que su crecimiento depende de las condiciones de luz y temperatura. Las altas temperaturas y los días largos (más de doce horas de luz) provocan crecimiento vegetativo excesivo; las bajas temperaturas y días cortos inducen floración (MAG, 2017). El ciclo de cultivo y la producción pueden variar mucho dependiendo de la época de siembra y el tipo de material que se utilice. En condiciones normales, se importan plantas en el mes de mayo, para que después de seis meses de crecimiento, empiecen a producir frutos en diciembre. Con buen manejo, la planta se mantiene en producción por un año sin embargo debe cambiarse a los dos años (MAG, 2017). Debido a la necesidad de adelantar, regular y uniformar la floración se ha visto necesario implementar diversas destrezas químicas y ecológicas para producir frutos en todas las épocas del año, obtener una calidad constante y una mayor cantidad de botones florales para desarrollarse.

El índice de floración está regulado por una serie de factores en los que se incluyen las hormonas, la humedad relativa, temperatura, contenido de carbohidratos y condiciones

ambientales. Existen diferentes formas para inducir a la floración, la diferencia en su utilización dependerá del tipo de planta y sus necesidades (Moreira, 2018). La inducción floral (IF), es el proceso donde las yemas, sobrellevan cambios metabólicos que las preparan para transformarse en yemas florales. La IF marca el inicio de un destino morfológico diferente para los meristemos que la sufren, las condiciones ambientales juegan un rol preponderante en este fenómeno como los fotoperiodos y la temperatura siendo el ultimo el que puede controlar o modificar completamente el fenómeno (Moreira, 2018).

Aguilar et al. (2011) detallan que el ácido salicílico estimula el proceso de floración, incrementa la altura de la planta, el número de hojas y frutos en relación con el testigo. Datos registrados en ensayos señalan que el ácido salicílico es un regulador de crecimiento que estimula la bioproductividad de la fresa (*Fragaria annanasa*) bajo condiciones de invernadero.

Pérez et al. (2018) menciona que la aplicación de extracto de sauce en una concentración del 20%, presenta un menor tiempo a la floración (6.10 días) y mayor número de flores por planta 4.60. Por otro lado, Rea (2012) indica que tratamiento con el sustrato arena de rio + turba + bagazo de caña proporciona valores promedio de días a la floración de 76.76 y un número de frutos por planta de 4.78. Lograr un equilibrio tanto química como físicamente es el medio ideal para su desarrollo y obtener un máximo potencial productivo del cultivo.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Determinar el efecto del extracto de Sauce (*Salix alba* L.) sobre el comportamiento agronómico del cultivo de fresa (*Fragaria annanasa*) en La Esperanza, Imbabura.

1.4.2 Objetivos específicos

- Evaluar las características morfo-agronómicas del cultivo de fresa bajo las aplicaciones de extracto sauce.
- Comparar el rendimiento y calidad del fruto de fresa entre los tratamientos aplicados
- Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio.

1.5 HIPÓTESIS

1.5.1 Hipótesis nula (Ho)

La aplicación de diferentes dosis de extractos de Sauce (*Salix alba* L.*)* no influye en el comportamiento agronómico del cultivo de fresa (*Fragaria annanasa*).

1.5.2 Hipótesis alternativa (Ha)

La aplicación de al menos una de las dosis del extracto de sauce (*Salix Alba L.*) influye en el comportamiento agronómico del cultivo de fresa (*Fragaria annanasa*).

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades

Cano (2013) señala que el cultivo de fresa (*Fragaria annanasa*) se encuentra distribuido en diferentes localidades alrededor del mundo en diferentes pisos climáticos desde tropicales hasta templados. Además, posee un gran interés comercial y de gran importancia para la sociedad puesto que depende de una alta demanda de mano de obra tanto para las labores agrícolas, así como para las labores de postcosecha, razón por la cual es considerado como un cultivo fuente generador de empleos para muchas familias del sector rural.

El cultivo de fresa en el Ecuador ha llegado a ser imprescindible en cuanto a demanda en el mercado local y forma una parte fundamental de la canasta familiar, siendo los pequeños y medianos productores los que cubren y satisfacen la demanda interna de todo el país, en este sentido y con estas consideraciones surge la necesidad de buscar nuevas alternativas para la producción del cultivo. Según lo expuesto por Cano (2013) los agricultores y productores de fresa a diario deben adaptarse a las exigencias de los consumidores los cuales cada día demandan productos más limpios, sanos e inocuos; es por ello que dentro de estas alternativas sobresale el cultivo bajo condiciones controladas.

2.2 Descripción botánica

La planta de fresa presenta un sistema radical fasciculado, conformado por raíces y pelos absorbentes que pueden alcanzar aproximadamente 40 cm de profundidad. Su tallo corresponde a una corona o coronilla de forma cónica, de la cual emergen las hojas, los nuevos brotes y las inflorescencias. Las hojas se disponen en forma de roseta y poseen pecíolos largos con estípulas rojizas. Las flores, que se desarrollan a partir de la yema terminal de la corona, presentan entre cinco y seis pétalos, numerosos estambres y múltiples pistilos sobre un receptáculo carnoso. El fruto es un pseudofruto cuyo receptáculo se engrosa y adquiere su color característico durante la maduración, mientras que los verdaderos frutos corresponden a aquenios distribuidos sobre su superficie (Flores, 2018).

La planta de fresa se caracteriza por ser de tipo herbáceo y perenne, es muy susceptible a las variaciones de las condiciones ambientales y su desarrollo está sujeto a las características climáticas, propiedades químicas, físicas y estructurales del suelo (Ferriol et al., 2017).

Existen variedades de día corto sujetas a fotoperiodo, menos horas de luz para el desarrollo de yemas florales; y variedades de día neutro que no están sujetas a fotoperiodo para el desarrollo de las yemas florales (Undurraga et al., 2017).

2.3 Identificación taxonómica

Rodríguez et al, (2004) menciona en la tabla 1, que la fresa presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Tabla 1

Identificación taxonómica de la fresa (Fragaria annanasa).

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Género	*Fragaria*
Especie	*Fragaria annanasa*

2.3.1 Raiz

El sistema radicular de la fresa (*Fragaria annanasa*) es fasciculado y superficial, compuesto por raíces primarias, secundarias y numerosas raicillas. Las raíces primarias presentan cambium vascular y tejido suberoso, mientras que las raicillas carecen de estas estructuras y son responsables de la absorción de agua y nutrientes. Estas raicillas presentan una renovación fisiológica constante, lo que permite mantener la eficiencia en la absorción. Las raíces terciarias cumplen un papel fundamental en la nutrición mineral de la planta (Al-Madhagi, 2024)

2.3.2 Tallos

El tallo de la fresa está conformado por una corona, que es un eje corto, engrosado y de forma cónica, desde el cual se originan las hojas, raíces, inflorescencias y estolones. Además, la

planta desarrolla tallos rastreros o estolones, los cuales crecen horizontalmente sobre el suelo y permiten la propagación vegetativa, formando nuevas plantas en sus nudos cuando entran en contacto con el sustrato (Al-Madhagi, 2024)

2.3.3 Hojas

Bolda et al. (2015) señalan que las hojas de la fresa están típicamente compuestas de tres foliolos, este tipo "trifoliada" y crecen en un patrón espiral con las más nuevas en el centro de la espiral. Se forman durante toda la temporada de crecimiento, cada 8-12 días. Los nutrientes que circulan dentro de la planta viajarán hacia las más nuevas para ayudar en su desarrollo además participan en varios procesos y funciones de la planta.

2.3.4 Flor

Las flores de la fresa se originan a partir de yemas terminales de la corona o yemas axilares, formando inflorescencias en racimo. Son hermafroditas, actinomorfas y generalmente de color blanco, con cinco a seis pétalos, numerosos estambres y múltiples pistilos insertos sobre el receptáculo floral. La floración y el número de flores por planta influyen directamente en el potencial productivo del cultivo (Darrow et al, 1999).

2.3.5 Fruto

Agrotendencia (2020) explica que el verdadero fruto de la fresa o frutilla se conoce con el nombre de aquenio, pero el que consumimos es un falso fruto, obtenido del desarrollo del receptáculo, una vez pasada la fecundación La parte roja de la fresa es denominada como eterio, un receptáculo floral que al desarrollarse se convierte en un fruto en sí mismo, de forma cónica y de color rojo vivo y brillante. El desarrollo de los aquenios, distribuidos por la superficie del receptáculo carnoso, estimula el crecimiento y la coloración de éste, dando lugar al hermoso "fruto" de la fresa.

2.3.6 Estolones

Bolda et al. (2015) indican que en días largos y temperaturas arriba de 15 grados Celcius promueven el desarrollo de estolones, llamados "guías". Estos son tallos y hojas vegetativas de la planta que crecen a través de la superficie del suelo. Esta es una respuesta natural de la planta a las condiciones que impulsa la etapa de reproducción y es utilizada para la propagación. Sin embargo, removerlos permite que la energía viaje hacia la producción de hojas y flores.

2.4 Variedad Albion

Guerrero (2021) menciona que la variedad Albión *(Fragaria annanasa)* se destaca por poseer una excelente calidad en sus frutos, así como también, por ostentar un buen tamaño, sabor y aroma. Además, por poseer muy buenos rendimientos, firmeza, alta productividad y resistencia a enfermedades.

Según lo expuesto por Garces (2022) las principales características de la variedad Albión son:

• Variedad moderadamente neutra con producción estable.

• Potencial para cultivo tanto en suelo como en semi hidroponía o sustrato.

• Mercado: excelente aptitud para el mercado fresco ya que es la variedad que acumula una mayor cantidad de azúcar en la fruta, muy demandada también para la agroindustria (congelado).

• Planta: de tamaño intermedio, de lento crecimiento inicial en zonas que presentan temperaturas bajas en primavera.

2.5 Requerimientos edafoclimáticos

2.5.1 Altura

Hoy en Ecuador se cultiva en zonas desde 1200 hasta 2500 m s.n.m.

2.5.2 Clima

Se dan muy bien en climas templados y aunque resisten los climas fríos se producen la deformación de frutos especialmente los de variedad grande.

2.5.3 Temperatura

Las temperaturas ideales para el cultivo son las siguientes: 8-15 °C para iniciar la vegetación y floración y 18-23 °C para lamaduración.es conveniente ventilar todos los días a las horas más calurosas.

2.5.4 Precipitación

La precipitación mínima requerida se sitúa alrededor de los 600 mm

2.5.5 Humedad relativa

La correcta humedad relativa más o menos es adecuada de 60 y 75% cuando es excesiva permite la presencia de enfermedades causadas por hongos por el contrario cuando es deficiente

las plantas sufren daños fisiológicos que repercuten en la producción en casos extremos las plantas pueden morir.

2.5.6 Suelo

Requiere suelos sueltos de naturaleza silicio y arcilloso prefiere suelos equilibrados ricos en materia orgánica aireados bien drenados, pero con cierta capacidad de retención de agua.

2.5.7 pH

La fresa soporta bien valores de pH entre 6 y 7, situándose el óptimo en torno a 6,5 incluso menor.

2.5.8 Materia orgánica (MO)

Se requiere que sean niveles de MO de 2 a 3%.

2.5.9 Agua de riego

La fresa es un cultivo muy exigente en tanto las cantidades de agua muy repartida y suficiente a lo largo de cultivo como en la calidad que presenta esta el cultivo se resiste disminuyendo su rendimiento con concentraciones de sales en el agua superiores a 0.8 mnhnos.cm

2.6 Plagas y enfermedades

2.6.1 Plagas

Este cultivo es susceptible al ataque de diversas plagas que afectan diferentes órganos de la planta, comprometiendo tanto el rendimiento como la calidad del fruto, esto puede desencadenar diferentes problemas a largo y corto plazo, pero influyen significativamente en la calidad de los frutos. La proliferación de estas plagas esta relacionado a diferentes factores, entre los que se encuentran las condiciones climáticas, temperatura, la humedad relativa, la disponibilidad de nutrientes además del estado sanitario del cultivo. También de los cultivos vecinos, malezas o residuos vegetales que pueden favorecer a la dispersión y permanencias de estas mismas. A continuación, en la Tabla 2 se presentan las principales plagas identificadas en el cultivo de fresa.

Tabla 2
Plagas principales del cultivo de fresa (Fragaria annanasa).

Plaga	Descripción
Trips *(Frankliniella* spp.*)*	Son insectos pequeños que no sobrepasan los 2 mm, de cuerpo alargado, color amarillento o negruzco; succionan el alimento de las hojas y frutos, ocasionando amarillamientos en la planta, y en las frutas raspaduras.
Ácaro Blanco *(Steneotarsonemus pallidus)*	Es imperceptible a simple vista; con su ataque las plantas toman un aspecto achaparrado. Las hojas jóvenes no se abren completamente quedando pequeñas y de color parduzco; ulteriormente se secan causando defoliación.
Mosca Blanca *(Trialeurodes vaporariorum)*	Se alimentan del tejido de las hojas, deteniendo el crecimiento de la planta y reduciendo la cantidad de azúcar de los frutos, produciendo una mielecilla (fumagina) la cual afecta la calidad final del fruto.
Trozador *(Spodoptera* sp*)*	Aparecen cuando las plántulas de la fresa están pequeñas. Se identifican en campo al encontrarse hojas cortadas; son las larvas (gusanos) las que causan el daño.
Ácaros – Arañita roja *(Tetranychus* sp*)*	Se localizan en el envés de las hojas y los síntomas de daño pueden notarse sobre los frutos, los cuales toman un color rojo óxido. Las hojas se tornan pálidas y arrugadas; con ataques fuertes se cubren con telarañas, las cuales dificultan su control ya que sirven de protección.
Babosas *(Milax gagates)*	Tienen hábitos nocturnos y en el día se ocultan debajo de residuos de material vegetal, piedras o terrones.

Fuente: Cámara de comercio de Bogotá (2015).

2.6.2 Enfermedades

El cultivo de fresa es afectado por un conjunto de enfermedades, siendo las de origen fúngico las de mayor incidencia y severidad. Las enfermedades pueden afectar diferentes órganos de la planta donde incluyen hojas, flores, frutos, corona y sistema radicular. Algunos de sus síntomas pueden presentarse como machas foliares, necrosis, marchitez, pudriciones, lesiones en los tejidos y reducción del crecimiento además del deterioro de los frutos. El manejo adecuado de las enfermedades se deben considerar diferentes medidas preventivas como el uso de material vegetativo sano, eliminación de tejidos afectados, manejo apropiado del riego. En la Tabla 3 se detallan las principales enfermedades del cultivo de fresa.

Tabla 3

Enfermedades principales del cultivo de fresa (Fragaria annanasa).

Enfermedad	Descripción	Referencia
Oidio *(Podosphaera macularis)*	Este patógeno produce micelio que solo crece sobre la superficie de las plantas, pero sin invadir su interior. El daño que causa se restringe a las células de la epidermis, produciendo necrosis, distorsión de las hojas y deformaciones en los frutos.	INIA (2017).
Mancha púrpura *(Ramularia fragariae)*	Pequeñas manchas circulares (2 a 3 mm de diámetro) de color rojo oscuro en el haz de las hojas normalmente. Finalmente, dichas manchas se tornan de color blanco o pardo con el borde púrpura.	Agroecuador (2020).
Bacterias *(Xanthomonas fragariae)*	Dicha enfermedad se manifiesta con la presencia de manchas translúcidas de aspecto aceitoso en el envés de las hojas, que conforme avanza la enfermedad, dichas manchas se van uniendo, tomando una coloración necrótica.	Agroecuador (2020).
Antracnosis (*Colletotrichum* sp.)	El síntoma más característico de esta enfermedad es la marchitez y el colapso de las plantas. En los tallos y estolones se observan manchas circulares de color pardo-negruzco, y en el fruto se producen manchas hundidas de coloración parda	Agroecuador (2020).
Fusarium sp	Los tejidos de la corona presentan una pudrición seca y la decoloración vascular puede extenderse a las bases de las hojas a medida que avanza la enfermedad. Esta enfermedad comienza como una infección de raíces y coronas que se vuelve sistémica y produce el colapso de la planta.	Bolda et al., (2013).

2.7 Extractos vegetales

Los extractos vegetales contienen las propiedades de las plantas de forma concentrada, por lo que puede ser mil veces superior a la que se encuentra originalmente en la planta o fruto. Son preparados que se obtienen de la extracción de diferentes sustancias vegetales a partir de diversos procesos, como. Maceración, fermentación, infusión, decocción y esencias. Los principios activos presentes en cada planta son complejos fitoquímicos (metabolitos

secundarios), podemos encontrar gran variedad y diferentes concentraciones, por lo que sus beneficios son variados. Existen compuestos activos que pueden servir para combatir plagas y enfermedades, así como estimulantes en el desarrollo vegetativo e inductores de resistencia ante factores abióticos (Mingzhao et al., 2024).

2.7.1 Uso de extractos vegetales

Los extractos vegetales son sustancias que se obtienen directamente de las plantas y son amigables con el medio ambiente. En la agricultura estos comúnmente se utilizan para los siguientes fines:

- **Control de arvenses.** *G*eneralmente para combatir las arvenses se ocupan sustancias químicas que a lo largo causan daño al ser vivo y el ambiente. En la actualidad se ha logrado avances significativos, como el de la obtención de compuestos alelopáticos de las plantas en la formulación de herbicidas.
- **Control de insectos plaga.** *L*os productos naturales provenientes de diversas plantas actúan inhibiendo, repeliendo, disuadiendo o eliminando insectos malos de distintos tipos y también ayudan a la estimulación de procesos vitales de los cultivos para fortalecerlos y así protegerlos de distintos daños.

2.8 Elaboración de extracto vegetales.

Existen diversas tecnologías y procesos para la elaboración, como es el caso de la maceración, que sirven para aplicar a todos los cultivos y no es necesario que sean combinado con otros productos. Los macerados y esencias se pueden almacenar hasta por un año, a diferencia de las infusiones y decocciones, pero para más eficaz deberán ser aplicados una vez que se hayan preparado además deberá ser almacenadas en un lugar fresco, seco y protegido del sol.

Para aprovechar las sustancias y metabolitos secundarios de una planta se producen los extractos vegetales, donde se presenta como una adición de un solvente previamente estudiado que generalmente puede ser agua o alcohol cuyo resultado es una solución concentrada o espesa en función a la sustancia de origen (González et al., 2012).

2.9 Sauce (*Salix alba* L.)

Salix Alba L. conocido también como sauce colorado o criollo, perteneciente a la familia de las salicáceas, descrito por Wild en 1805, crece a las orillas de los ríos (Ragonese, 1987) y se

distribuye por los pisos ecológicos de Selva Montana en el sur de América Latina principalmente en Chile y Argentina (Hauenstein et al., 2005).

2.9.1 Clasificación botánica del sauce

Sviatlana et al. (2008) describe en la tabla 4, la clasificación botánica del sauce de la siguiente forma:

Tabla 4

Clasificación taxonómica de Sauce (Salix alba.L.).

Categoría taxonómica	**Clasificación**
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Dilenidas
Familia	Salicales
Género	*Salix*
Especie	*Salix alba* L.

2.9.2 Usos del sauce

Se usa El sauce se utiliza en la plantación de linderos y como materia prima para la elaboración de muebles. Asimismo, las especies del género *Salix* contienen una amplia variedad de compuestos bioactivos, como salicina, flavonoides y compuestos fenólicos, los cuales presentan aplicaciones farmacológicas y otros usos de interés científico (Tawfeek et al., 2021).

Tawfeek et al. (2021) menciona que el sauce es una fuente rica en compuestos bioactivos, principalmente concentrados en la corteza, hojas y ramas jóvenes. Entre los principales principios activos se encuentra la salicina, un glucósido fenólico que, tras su metabolización, da origen al ácido salicílico, compuesto responsable de sus propiedades antiinflamatorias y analgésicas. Además, el sauce contiene flavonoides, taninos, polifenoles, compuestos fenólicos y triterpenos, los cuales presentan actividad antioxidante, antimicrobiana y bioestimulante.

Desde el punto de vista agronómico, estos compuestos fenólicos actúan como inductores de resistencia vegetal, estimulando procesos fisiológicos como la división celular, el enraizamiento y la tolerancia al estrés biótico y abiótico. A diferencia de otras especies vegetales, el sauce no presenta compuestos altamente tóxicos de riesgo agrícola, lo que favorece su uso como alternativa agroecológica en la preparación de extractos naturales para el manejo de cultivos (Taiz et al., 2015).

2.9.3 Usos del extracto de sauce

Diversos estudios científicos han demostrado que el sauce posee un alto potencial como fuente de extractos vegetales con aplicaciones agrícolas, debido a la presencia de salicina y compuestos fenólicos, los cuales actúan como bioestimulantes y agentes inductores de resistencia en plantas. El extracto de sauce ha sido ampliamente utilizado para estimular el enraizamiento, mejorar el crecimiento vegetativo y aumentar la tolerancia al estrés biótico y abiótico en diferentes cultivos.

Vlachojannis et al. (2011) reportaron que los extractos obtenidos de corteza y hojas de sauce presentan actividad antimicrobiana y bioestimulante, atribuida a la acción del ácido salicílico natural, el cual participa en la activación de mecanismos de defensa sistémica en las plantas. Estos extractos mostraron resultados positivos en la inducción de resistencia frente a patógenos, reduciendo la incidencia de enfermedades sin generar efectos fitotóxicos.

Sharma et al. (2017) evaluaron el efecto del extracto acuoso de sauce sobre el crecimiento radicular en cultivos hortícolas, evidenciando que concentraciones moderadas del extracto favorecieron significativamente la formación de raíces adventicias, comparadas con el tratamiento testigo. Los autores señalaron que el efecto observado se relaciona directamente con la presencia de salicilatos y flavonoides, los cuales actúan como reguladores del crecimiento vegetal.

Khan et al. (2020) demostraron que la aplicación de extracto de sauce incrementó la actividad antioxidante y la respuesta fisiológica de las plantas, mejorando la tolerancia al estrés hídrico y térmico. Los resultados indicaron que, a mayores concentraciones del extracto, se observó una respuesta fisiológica más marcada, aunque se recomienda evaluar dosis óptimas para evitar posibles efectos negativos por exceso de compuestos fenólicos.

En el ámbito agroecológico, el uso del extracto de sauce se considera una alternativa sostenible y de bajo impacto ambiental. Este mismo contribuye a la reducción del uso de

insumos sintéticos y favorece prácticas agrícolas más amigables con el ambiente, siendo relevante en sistemas de producción orgánica y agroecológica (FAO, 2016).

2.10 MARCO LEGAL

Para el desarrollo de la presente investigación se consideró el marco jurídico establecido en la Constitución de la República del Ecuador. El artículo 13 establece que las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos, preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008). Asimismo, el artículo 281 determina que la soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar la disponibilidad permanente de alimentos sanos. En este sentido, la evaluación del extracto de sauce como bioestimulante en el cultivo de fresa aporta información científica para fortalecer la producción sostenible y mejorar la productividad agrícola.

De igual manera, el artículo 14 reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, mientras que el artículo 15 establece que el Estado promoverá el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de bajo impacto (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008). En este contexto, el uso de bioestimulantes de origen vegetal representa una alternativa que favorece la implementación de prácticas agrícolas sostenibles, contribuyendo al uso responsable de los recursos naturales y a la reducción del impacto ambiental generado por la agricultura convencional.

En el ámbito internacional, la presente investigación se encuentra alineada con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 2: Hambre Cero, el cual promueve sistemas de producción de alimentos sostenibles que incrementen la productividad agrícola y garanticen la seguridad alimentaria. Asimismo, se relaciona con el ODS 12: Producción y Consumo Responsables, al fomentar el uso de bioinsumos de origen vegetal, y con el ODS 15: Vida de Ecosistemas Terrestres, al promover prácticas agrícolas que contribuyan a la conservación del suelo, la biodiversidad y los recursos naturales (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

Finalmente, la investigación se vincula con el Plan Nacional de Desarrollo Ecuador No Se Detiene 2025-2029, el cual promueve el fortalecimiento del sector agropecuario mediante la investigación, la innovación y la adopción de tecnologías sostenibles para incrementar la productividad y garantizar la seguridad alimentaria (Secretaría Nacional de Planificación, 2025).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Caracterización del área de estudio

El estudio se realizó en el barrio Santa Marianita, parroquia La Esperanza, cantón Ibarra, provincia de Imbabura, a una altitud aproximada de 2 270 m s. n. m., con coordenadas geográficas N 0°20’45’’ de latitud y W 78°06’30’’ de longitud. El Instituto Nacional de Meteorología e HidrologíaLa zona presenta una temperatura media máxima de 22 °C y mínima de 10 °C, con una precipitación promedio anual de 950 mm. La ubicación geográfica de la investigación se presenta en la Figura 1.

Figura 1

Ubicación del área de estudio.



3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas

Para el adecuado desarrollo de la presente investigación se necesitó diferentes recursos, los cuales se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5

Materiales, equipos, insumos y herramientas utilizados en la investigación.

Materiales	Equipos	Insumos	Herramientas
Cuaderno de campo	Computadora	Plántulas de fresa	Azadón
Trampas amarillas	Balanza	Extracto de Sauce	Bomba de fumigación
Lupa	Celular		Plástico
Piola	Refractómetro		Tijera de podar
Palos	Estufa		Rastrillo
Alambre			baldes

3.3 MÉTODOS

El presente estudio fue una investigación experimental que tuvo como finalidad identificar la efectividad del extracto de sauce en el cultivo de fresa, mediante la aplicación de extracto por maceración con agua y etanol. Para la evaluación se realizó un monitoreo directo sobre el comportamiento agronómico del cultivo de fresa.

3.3.1 Factor en estudio

Las dosis que se utilizaron en la presente investigación fueron 0mL L^{-1}, 10mL L^{-1} (extracto de sauce en etanol) y 10mL L^{-1} (extracto de sauce en agua), mediante aplicación en drench con una frecuencia de 3 aplicaciones; la primera aplicación se realizó a los 15 días después del trasplante, la segunda aplicación se hizo al momento de inicio de la floración y la tercera y última aplicación al momento del cuaje del fruto.

3.3.2 Tratamientos

Los tratamientos experimentales utilizados en la investigacion ademas de su dosificacion se detallan en la Tabla 6.

Tabla 6

Descripción de los tratamientos implementados en el proyecto.

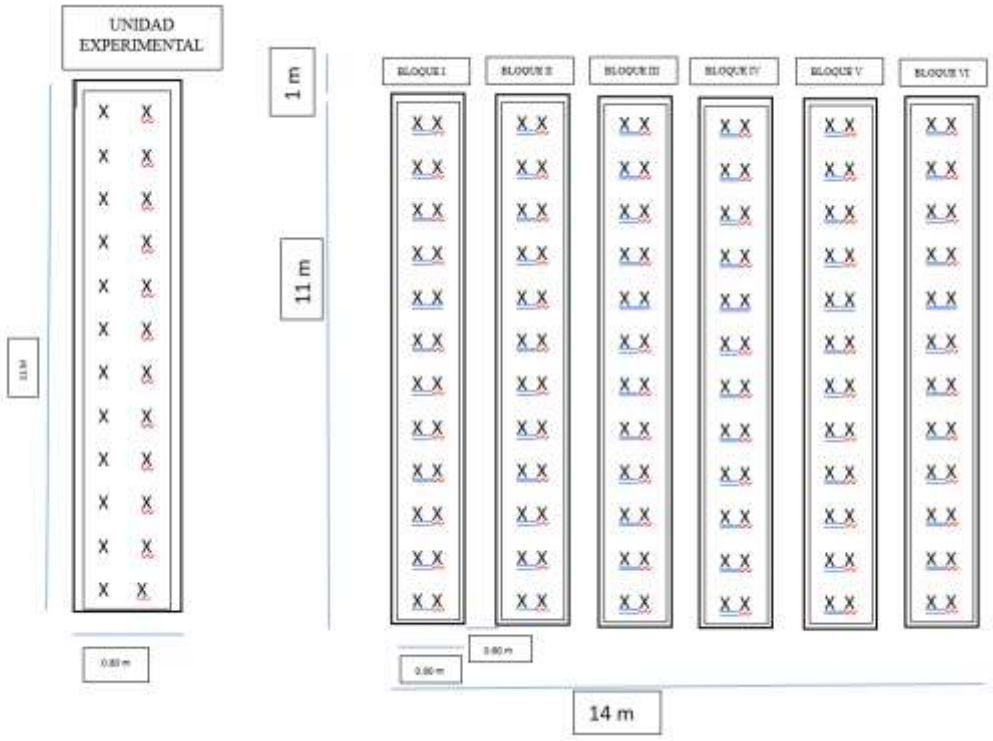
Tratamiento	Dosificación	Descripción
T1	0mL L^{-1}	Testigo
T2	10mL L^{-1} /planta	extracto con etanol
T3	10mL L^{-1} /planta	extracto con agua

3.3.3 Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al azar (D.B.C.A). Este diseño permitió controlar la aplicación de los tratamientos de una forma uniforme. El croquis del diseño se presenta en la Figura 2.

Figura 2

Esquema del diseño experimental utilizado en la investigación.



3.3.4 Características del experimento

La tabla 7 resume las características del experimento, que se estructuró en torno a seis bloques, con dos repeticiones. Las unidades experimentales a lo largo área son de 60 metros cuadrados.

Tabla 7

Características generales del diseño experimental.

Características	***Unidades***
Bloques	*6*
Tratamientos	*2*
Ancho del área	$14m^2$
Largo del área	$12m^2$

3.3.5 Características de la unidad experimental

Las dimensiones y especificaciones de la unidad experimental se detallan en la Tabla 8.

Tabla 8

Características de la unidad experimental.

Características	**Unidad (m) / Medidas**
Forma	Rectángulo
Ancho	0.8 m
Largo	11 m
Área parcela neta	13.2 m^2
Número de plantas por parcela	60
Número de plantas evaluadas/parcela	29
Número total de plantas por ensayo	360
Distancia entre plantas	0.25 m
Distancia entre hileras	0.15 m
Distancia entre parcelas	0.60 m

3.3.6 Análisis estadístico

El análisis de los datos ser realizo con el InfoStat® (versión 2020). Se aplicaron Modelos Lineales Mixtos (MLM), considerando los factores tratamiento como efectos fijos y el bloque

como efecto aleatorio. Para la comparación de medias de diferencia mínima significativa de Fisher (LSD-Fisher) con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

3.4 Variables evaluadas

Para evaluar el efecto del extracto de Sauce se analizaron las siguientes variables:

3.4.1 Porcentaje de prendimiento

Esta variable se evaluó una vez a los 10 días después de la siembra contabilizando las plantas sobrevivientes de cada unidad experimental, para lo cual se aplicó la siguiente fórmula:

$$\%Prendimiento = \frac{Número\ de\ plantas\ prendidas}{\text{Número de plantas transplantadas}}\ x\ 100 \qquad 1.$$

3.4.2 Número de flores (primera floración).

Para este indicador se determinaron los días transcurridos desde el trasplante hasta que el 50% de las plantas muestreadas por tratamiento presentaran la primera flor completamente abierta. Se contabilizó la cantidad del número de flores por cada planta muestreada.

3.4.3 Número de flores (segunda floración)

Para los días a la segunda floración se determinó los días transcurridos desde el trasplante hasta que el 70% de las plantas muestreadas por tratamiento presentaran flor completamente abierta y se contabilizó el número de flores por cada planta muestreada.

3.4.4 Inicio de fructificación

Para este indicador se contaron los días transcurridos desde el trasplante hasta que se observó los primeros frutos cuajados, que se los consideró como tal siempre y cuando presentaran un color verde claro característico y un diámetro superior a los 5 mm. Esta evaluación se realizó en las plantas muestreadas por cada tratamiento.

3.4.5 Rendimiento

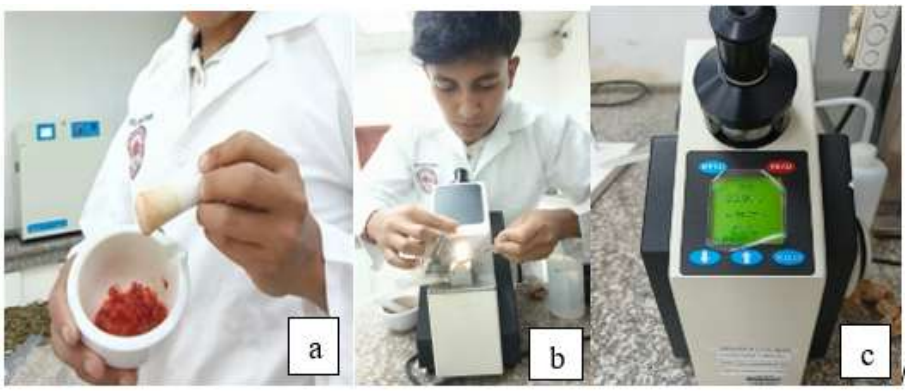
Para determinar el rendimiento se evaluó la producción de las 29 plantas seleccionadas en cada tratamiento durante un período de 180 días. Cada tratamiento se estableció en una cama experimental independiente. La cosecha de frutos se realizó dos veces por semana, recolectando aquellos que presentaban el estado óptimo de madurez. Posteriormente, los frutos obtenidos de cada tratamiento fueron clasificados y pesados individualmente con una balanza digital. Finalmente, se registró el peso total de los frutos producidos por cada tratamiento, expresando los resultados en gramos (g).

3.4.6 Sólidos solubles (° Brix)

La determinación del contenido de sólidos solubles se realizó mediante un refractómetro manual de tipo óptico marca Reichter. Para cada tratamiento se seleccionaron seis frutos maduros de fresa en buen estado fitosanitario. Cada fruto fue macerado individualmente en un mortero de porcelana hasta obtener un extracto homogéneo; posteriormente, se depositó una gota sobre el prisma del refractómetro y se efectuó la lectura directa, cuyos resultados se expresaron en grados Brix (°Brix) (Figura 3).

Figura 3

Identificación de Grados brix en la fresa (Fragaria annanasa).



Nota: a. triturado en mortero, b. aplicación en refractómetro, c. valores en refractómetro.

3.5 Análisis beneficio-costo

Se realizó un análisis económico parcial para comparar la rentabilidad de los tratamientos. Los costos totales incluyeron todos los insumos (semilla, plástico, fertilizantes, agroquímicos) y labores (preparación, siembra, manejo, cosecha). El ingreso bruto se calculó multiplicando el rendimiento de fresa por parcela por el precio de mercado local USD 3.0 kg^{-1}, se calcularon los siguientes indicadores por tratamiento:

- Utilidad Neta: Ingreso Bruto – Costo Total.
- Relación Beneficio/Costo (B/C): Ingreso Bruto / Costo Total. Una relación > 1 indica viabilidad económica.

3.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.6.1 Preparación del suelo

El lugar donde se realizó la investigación previamente se encontraba en estado de vegetación mixta el cual se componía de: árboles frutales, forestales y plantas ornamentales. La preparación del suelo comenzó con la tala y remoción de árboles, seguido de eso se aplicó Nfosfonometil glisina para el control de maleza.

3.6.2 Preparación del invernadero

La preparación del invernadero consistió en realizar todas las actividades necesarias para acondicionar el espacio destinado al cultivo, garantizando un ambiente óptimo para el desarrollo de las plantas. Posteriormente, se verificó el estado estructural del invernadero, asegurando la correcta fijación de la cubierta plástica, la ventilación adecuada y la funcionalidad del sistema de riego. Este proceso permitió establecer un ambiente controlado con condiciones apropiadas de temperatura, humedad y luminosidad, esenciales para el buen crecimiento del cultivo de fresa.

3.6.3 Incorporación de materia orgánica

Se añadieron 20 Sacos de 40 kg de compost orgánico Bio-Wanu, utilizado como fuente de materia orgánica para así mejorar la estructura del suelo y favorecer la retención de humedad, finalmente para descompactar el suelo y mezclar la materia orgánica proporcionada se usó motocultor, posteriormente para la limpieza absoluta del suelo se empleó rastrillo.

3.6.4 Delimitación de parcelas

Una vez preparado el suelo se procedió a la delimitación de las 6 unidades experimentales cuyas dimensiones fueron de 0.80 m x 11 m cada una, se utilizó un flexómetro, estacas de madera y piola.

3.6.5 Elaboración de camas

Se formaron las camas de la unida experimental acumulando el suelo hacia el centro, de manera que quedara elevada respecto al nivel del terreno, las camas presentaron una longitud de 11m de largo por 0.80 m de ancho y una altura promedio de 0.50 m

3.6.6 Instalación del sistema de riego

En cada cama de cultivo se instalaron dos cintas de goteo, dispuestas paralelamente, con una distancia entre emisores de goteros de 0.10 m. Las cintas fueron conectadas a una línea

secundaria de, la cual se acopló a una red principal de distribución como lo indica en la figura 4. Dicha red fue alimentada por una bomba de riego, previamente conectada a la fuente de agua utilizada en la zona experimental (lavandería), asegurando un caudal constante y una presión adecuada para el funcionamiento del sistema de riego.

Figura 4

Instalación del sistema de riego en las unidades experimentales.



Nota: a. Perfomación a la red secundaria lateral, b. instalacion de cintas de goteo en cada cama.

3.6.7 Desinfección de camas

Previo a la colocación del acolchado, se efectuó la desinfección del suelo con el propósito de eliminar posibles patógenos presentes en las camas de cultivo, tales como Rhizoctonia solani (conocido como "ojo de gallina") y otros hongos e insectos del suelo que pueden afectar el desarrollo radicular de las plantas de fresa.

El procedimiento se realizó sobre camas ya formadas y previamente humedecidas, lo que permitió una mejor absorción y distribución del producto en el perfil del suelo. Para la desinfección se empleó una mezcla de tres productos fitosanitarios, cuyas características y principios activos fueron los siguientes:

-Hymexazol (70%), fungicida sistémico de acción preventiva y curativa contra hongos del suelo.

-Clorpirifos etil (48%), insecticida organofosforado utilizado para el control de plagas del suelo.

-Carboxina (200 g/kg), fungicida sistémico eficaz contra Rhizoctonia, Fusarium y Helminthosporium.

La dosis de aplicación utilizada fue de:

-Tachigaren 70 WP: 0.25 ml por litro de agua.

-Clorpirifos 48 EC: 1 ml por litro de agua.
-Vitavax 200 WP: 1 g por litro de agua.

Los productos se mezclaron en agua limpia y se aplicaron uniformemente sobre las camas con bomba de mochila. Posteriormente, se realizó un riego ligero con el fin de favorecer la incorporación de los productos en el suelo. Esto permitió reducir significativamente la presencia de patógenos y asegurar un sustrato sano para el establecimiento del cultivo de fresa.

3.6.8 Incorporación de acolchado

La colocación del acolchado plástico como lo muestra la figura 5. Tiene como propósito de conservar la humedad del suelo, reducir el crecimiento de malezas y mantener una temperatura adecuada en la zona radicular del cultivo. El acolchado utilizado fue de polietileno negro con perforaciones previamente realizadas a 0.25m de distancia entre plantas y 0.15 entre hileras.

Figura 5

Incorporación de acolchado en las camas de las unidades experimentales.



Nota: a. incorporación de acolchado para medir su largo, b. implementación del acolchado.

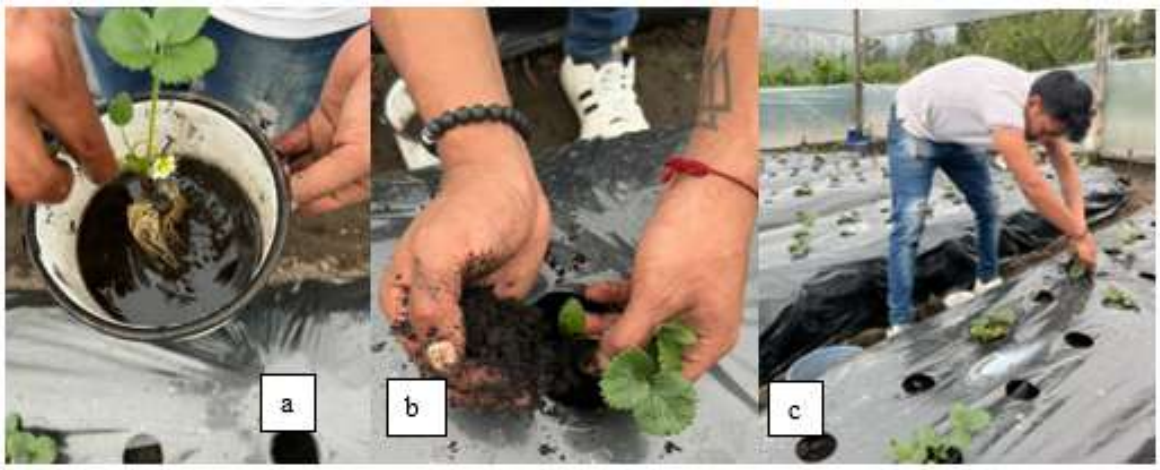
3.6.9 Transplante y desinfección

Una vez identificadas las plántulas de fresa variedad albión se cortó el exceso de raíz, dejando una longitud adecuada de 4 a 5 cm. Posteriormente se colocó las plantas en forma de inmersión en un recipiente utilizando (peróxido de hidrógeno (H_2O_2)) al 3%. Este compuesto actúa como un agente oxidante, liberando oxígeno activo que destruye estructuras celulares de hongos, bacterias y otros microorganismos presentes en las raíces.

La solución se preparó diluyendo el peróxido de hidrógeno comercial al 3% en 200 mL L^{-1} agua limpia la raíz de las plántulas se sumergieron durante 2 a 3 minutos, procurando que quedaran completamente cubiertas por la solución desinfectante, después se enjuagaron suavemente con agua limpia para eliminar los residuos del producto e inmediatamente se trasplanto, procurando que el sistema radicular con las raíces extendidas hacia abajo y sin dobleces como lo indica en la figura 6. Esta posición facilita el correcto desarrollo radicular, mejora la absorción de agua y nutrientes, y evita la formación de raíces en espiral o comprimidas que pueden afectar el crecimiento de la planta.

Figura 6

Desinfección y trasplante de plántulas de fresa (Fragaria annanasa).



Nota: a. Desinfección de plántulas, b. incorporación de materia orgánica, c. siembra de plantas

3.6.10 Riego

La estimación del recurso hídrico se realizó considerando aspectos básicos relacionados con los requerimientos del cultivo y las características del sistema de riego implementado. Para ello, se tomó en cuenta la demanda de agua diaria por planta, el caudal proporcionado por los emisores de la cinta de riego, el número total de emisores y la eficiencia del método de riego utilizado. Estos parámetros permitieron determinar de manera aproximada el volumen de agua requerido para mantener una adecuada disponibilidad hídrica para las plantas de fresa durante el período de evaluación. La especificación sobre la implementación del sistema de riego se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9

Datos para la estimación de riego.

Descripción	Unidad (m) / Cantidad
Longitud de hileras	11m
Hileras totales	12
Plantas totales	360
Distancia entre emisores de goteo	0.10 m
Emisores por cada bloque	220 goteros
Emisores totales	1320 goteros
Caudal de emisores	1.05 L/h
Necesidad de agua planta /día	150 mL planta^{-1} día^{-1}
Eficiencia de método de riego (goteo)	90%

La necesidad hídrica por planta por día se tomó como referencia de acuerdo a lo expuesto por la Asociación de Agrónomos indígenas de cañar (AAIC) en su cartilla de fertirrigación para cultivos bajo invernadero, publicación en la cual se detallan condiciones similares a este ensayo.

Para determinar el tiempo de riego se utilizó la fórmula expuesta en el Artículo "Programación del riego" citada por SIAR (1999).

$$TR = \frac{NRD}{\mathrm{Ne} * \mathrm{E}\alpha * \mathrm{q}} \qquad 2.$$

Donde:

TR: Tiempo de riego

NRD: Necesidades netas de riego diaria (Necesidad agua planta/día * N. plantas)

Ne: Número de emisores

Eα: Eficiencia de aplicación (%)

q: Caudal del emisor: l/hora

$$TR = \frac{NRD}{\mathrm{Ne} * \mathrm{E}\alpha * \mathrm{q}}$$

$$TR = \frac{0.15\ l * 360}{1320 * 0.9 * 1.05\ \mathrm{l/h}}$$

$$TR = \frac{54\ l}{1.247.4\ l/h}$$

$$TR = 0.043\ \mathrm{h}$$

$$TR = 0.043\mathrm{h}\ \mathrm{x}\ 60 = 2.58\ \mathrm{minutos}$$

$$TR = 3\ \mathrm{minutos}$$

En base a la fórmula desarrollada se determinó que el tiempo de riego basado en la necesidad neta de riego diaria que debe aplicarse corresponde a 3 minutos diarios para todo el ensayo.

3.6.11 Poda

Se realizó la eliminación de la primera flor emergente con el objetivo de favorecer el desarrollo vegetativo de la planta y aumentar el calibre del fruto en los siguientes racimos. Esta práctica consiste en retirar manualmente la primera inflorescencia visible, permitiendo que la planta concentre sus reservas de carbohidratos y nutrientes en el desarrollo de la corona, raíces y follaje antes de florecer de manera masiva.

Figura 7

Poda de primeras flores de la fresa (Fragaria annanasa).



3.6.12 Aplicación del extracto de Sauce

La fertilización se realizó mediante aplicación tipo drench usando una bomba de mochila de mezcla de la aplicación fue: 1000 $mL\ L^{-1}$ de Extracto de sauce etanolico, con 19000 $mL\ L^{-1}$

de Agua como tratatiemto 1, también se realizó la misma formulación con extracto de sauce acuoso directamente al suelo en la base de las plantas de fresa, procurando que la solución llegue a la raíz. La aplicación se efectuó en tres momentos del ciclo fenológico del cultivo: 15 días después del trasplante, al inicio de la floración y durante el cuajado del fruto.

Para determinar la dosis adecuada de aplicación del extracto de sauce, se utilizó una bomba de mochila de 20000 $mL\ L^{-1}$ de capacidad. Inicialmente, se aplicó agua limpia sobre una planta de fresa, controlando el tiempo necesario para que la aplicación cubriera completamente la zona radicular (método tipo drench).

Posteriormente, se repitió el procedimiento durante el mismo tiempo, pero colectando el volumen descargado en un recipiente (vaso plástico). Con ayuda de una probeta graduada, se midió la cantidad de solución aplicada por planta, lo que permitió establecer el volumen promedio de aplicación individual.

Donde:

Volumen por planta:1000 $\boldsymbol{mL\ L^{-1}}$(extracto etanólico de sauce + Agua)* 120 plantas(dos parcelas)

Volumen total: 12.000 $\boldsymbol{mL\ L^{-1}}$

Volumen total: 12 litros

1

3.7 Obtención del extracto vegetal

3.7.1 Recolección de materia vegetal

La recolección de material para la elaboración del extracto se lo realizó en la parroquia La Esperanza, Imbabura, en el barrio Santa Marianita, misma en la que se realizó la investigación. Se recolectaron hojas sanas y ramas no lignificadas.

3.7.2 Peso de material vegetal

Se emplearon 300 g de material vegetal fresco de sauce, previamente pesado en una balanza electrónica de precisión. El peso total registrado consideró la bandeja metálica utilizada durante el secado, cuyo peso fue de 700 g, por lo que se realizó la tara correspondiente antes de obtener el peso neto del material vegetal como lo indica en la figura 8.

Figura 8

Peso de material vegetal.



3.7.3 Secado.

En la figura 9 se indica el secado del material vegetal que se realizó en una estufa industrial RAYPA, modelo DOD-50 – 115 V, a una temperatura constante de 70 °C durante 2 horas, hasta obtener un material con humedad mínima y adecuado para el proceso de maceración posterior.

Figura 9

Secado del material vegetal en la estufa industrial RAYPA.



3.7.4 Triturado

El material vegetal seco se trituró manualmente con tijeras previamente desinfectadas, con el fin de obtener fragmentos más pequeños y aumentar el área de contacto durante el proceso de maceración. Este procedimiento permitió una mejor liberación de los compuestos activos presentes en el tejido vegetal del sauce.

3.7.5 Macerado

El material vegetal seco y triturado de *Salix alba L,* se utilizó para la preparación de dos tipos de extractos: hidroetanólico (etanol + agua) y acuoso. Se empleó una relación 1:5 (p/v), para la preparación del extracto hidroetanólico (10 %), se mezclaron 100 g de polvo vegetal con 350 mL de etanol al 96 % y 150 mL de agua destilada, obteniendo un volumen total de 500 mL. El extracto acuoso (10 %) se elaboró con 100 g de polvo vegetal y 500 mL de agua destilada.

Ambas muestras fueron colocadas en vasos de precipitación de 500 mL, cubiertas con papel aluminio para evitar la evaporación del solvente y protegidas de la luz directa. El proceso de maceración se prolongó durante 7 días a temperatura ambiente (20–25 °C), con agitación manual cada 12 horas para favorecer la difusión de los compuestos activos, principalmente ácido salicílico, taninos y flavonoides

3.7.6 Filtrado

Los extractos fueron filtrados mediante papel Whatman N.° 1 y almacenados en botellas ámbar herméticas, conservadas a temperatura ambiente y protegidas de la luz hasta su aplicación en campo.

Figura 10

Obtención de los tratamientos de extractos de hojas de Sauce (Salix alba. L.*).*



Nota: a. extracto hidroetanólico de hojas de sauce ; b. extracto acuoso de hojas de sauce.

3.7.7 Pruebas de fitotoxicidad

Para esta prueba se ocuparon plantas de fresa variedad Albión en fundas plásticas, para los dos tratamientos se ocuparon 5 plantas. Se observó desde el día 1 de la aplicación por un periodo de 15 días y se tomó en cuenta la respuesta vegetativa de las plantas y respuesta a enraizamiento.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta investigación se midieron variables en distintas etapas fenológicas del cultivo de fresa. Los resultados se detallan a continuación:

4.1 Número de hojas

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza indica que la variable número de hojas indicó una interacción entre días después de la siembra (dds) y tratamiento, con un valor ($p<0.0479$). Los resultados se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10

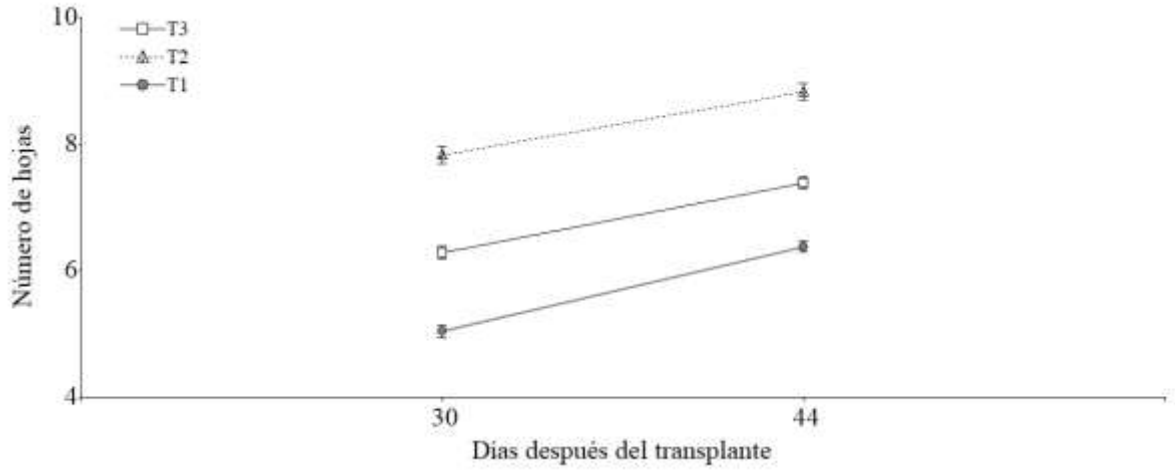
Análisis de variable para la variable número de hojas.

Fuente de variación	GL FV	GL E.E	Valor F	Valor P
Dds	1	457	153.12	0.0001
Tratamiento	2	457	204.97	0.0001
dds:tratamiento	2	457	2.95	0.0479

La naturaleza de esta interacción presentada en la Figura 11, muestra un incremento en el número de hojas del cultivo de fresa en respuesta a la aplicación de los tratamientos evaluados. El número de hojas fue registrado a los 30 y 44 días después de la siembra. El tratamiento T2 presentó valores más altos para la variable número de hojas, con un promedio de 7.83 hojas a los 30 días después de la siembra y 8.83 hojas a los 44 días después de la siembra. Estos valores fueron superiores a los registrados por el tratamiento T3 el cual presentó 6.28 hojas a los 30 días después de la siembra y 7.39 hojas a los 44 días después de la siembra y significativamente superior a los del testigo con un promedio de 5.03 hojas a los 30 días después de la siembra y 6.38 hojas a los 44 días después de la siembra. Siendo así, el tratamiento T2 fue superior en un 24.68% al tratamiento T3 a los 30 días después de la siembra, este tratamiento antes mencionado fue superior en 19.49% a los 44 días después de la siembra. De manera más determinante, el T2 produjo mayor número de hojas (5.54 hojas) que el tratamiento T3 (4.77 hojas), lo que evidencia un efecto positivo del extracto etanólico de sauce sobre el desarrollo vegetativo del cultivo de fresa.

Figura 11

Resultados para la variable número de hojas en el cultivo de fresa.



El aumento en el número de hojas por tratamiento en el presente estudio fue progresivo, lo que evidencia una respuesta positiva del cultivo de fresa a la aplicación de los tratamientos. Al respecto, (Sucojayo et al., 2021), en su investigación sobre la producción de plantines de frutilla (*Fragaria* sp.) mediante la aplicación de enraizadores naturales (*Salix humboldtiana.)* en esquejes bajo ambiente protegido, reportaron que la variedad de fresa (*Sweet Charlie*), presentó un promedio de 3.4 hojas durante el proceso de producción de plantines.

Tucuch et al. (2017) en su estudio indicó que la aplicación de ácido salicílico (AS) en concentraciones de 0,1 y 1 µM mediante siete aspersiones foliares matutinas, mediante riego por goteo y con intervalos de 24 horas. Posterior a la última aplicación, las plantas continuaron su crecimiento normal. Asimismo, Gutiérrez Coronado et al. (1998) muestran que las aplicaciones de ácido salicílico incrementan parámetros de crecimiento vegetativo, tales como el número de hojas, el contenido relativo de agua y el índice de estabilidad de membrana, además de mejorar el rendimiento y la calidad del fruto. Estos antecedentes permiten asociar el mayor número de hojas obtenido en el presente ensayo donde los tratamientos T3 y T2 con la aplicación de extractos de sauce, en contraste con el tratamiento testigo, el cual presentó un menor desarrollo foliar. Las diferencias observadas podrían atribuirse a diversos factores, entre ellos la distancia de siembra, el sistema de cultivo empleado y las condiciones ambientales bajo las cuales se desarrolló el estudio.

4.2 Número de flores

De acuerdo con los resultados del Análisis de Varianza (ADEVA), para la variable número de flores, la interacción entre días después de la siembra y tratamiento presentó un valor de p = 0,0474, lo que indica la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Los resultados se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11

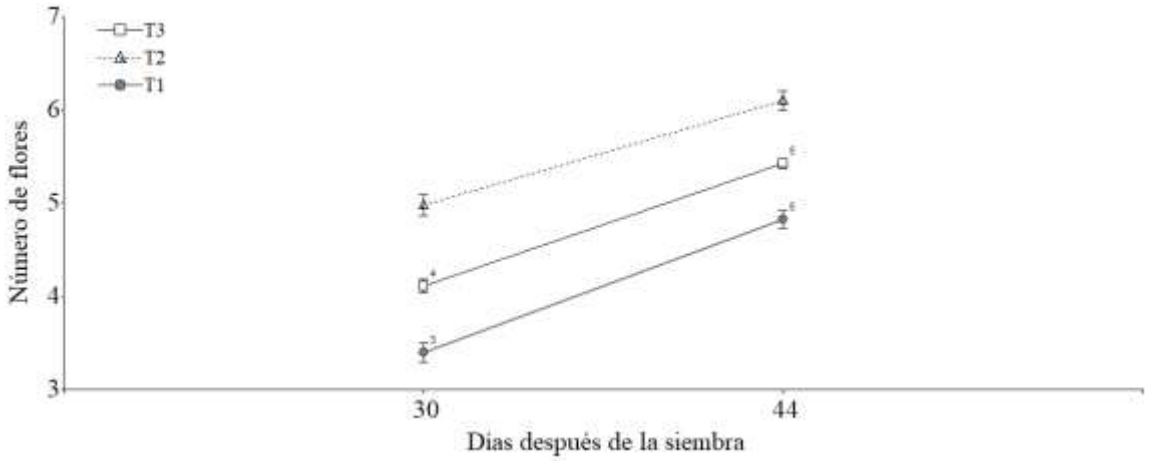
ADEVA para la variable número de flores en el cultivo de fresa.

Fuente de variación	GL	GL E.E	Valor -F	Valor -P
Dds	1	457	336.46	<0.0001
Tratamiento	2	457	111.80	<0.0001
dds:tratamiento	2	457	3.36	0.0474

En cuanto al número de flores, el tratamiento T2 presentó los mayores valores durante el período de evaluación, registrando 4.98 flores a los 30 días después de la siembra y 6.10 flores a los 44 días después de la siembra. Estos valores fueron 21.17 % superiores a los obtenidos por el tratamiento T3 a los 30 días después de la siembra (4.11 flores) y 12.34 % superiores a los 44 días después de la siembra (5.43 flores). Por su parte, el tratamiento testigo presentó el menor número de flores por planta, con 3.40 flores a los 30 días después de la siembra y 4.83 flores a los 44 días después de la siembra, ubicándose en el último rango de respuesta entre los tratamientos evaluados se puede observar en la Figura 12.

Figura 12

Resultados para la variable número de flores en el cultivo de fresa.



Los valores obtenidos en relación con la variable número de flores con su interacción días después de la siembra indican que existe una diferencia significativa. Pérez (2018) reportó un incremento progresivo en el número de flores por planta, alcanzando un promedio máximo de 4.55 flores en el cultivo de fresa. Estos resultados coinciden con la tendencia observada en la presente investigación, donde el número de flores también aumentó conforme avanzó el período de evaluación. Sin embargo, el tratamiento T2 registró valores superiores, con 4.98 flores a los 30 días después de la siembra y 6.10 flores a los 44 días después de la siembra, lo que podría atribuirse al efecto bioestimulante del extracto de sauce aplicado, el cual favorece el crecimiento vegetativo y el desarrollo reproductivo de las plantas bajo las condiciones del estudio.

Ledesma et al. (2018) indicó que condiciones fisiológicas favorables permiten un mayor desarrollo reproductivo y un incremento en la producción de flores en plantas de fresa. Asimismo, el adecuado crecimiento vegetativo previo a la floración influye positivamente en la formación de estructuras reproductivas, lo que se refleja en una mayor cantidad de flores y, potencialmente, de frutos.

El presente estudio fue desarrollado en un invernadero ubicado en La Esperanza, provincia de Imbabura, cuyas condiciones térmicas registradas fueron de 20 - 22 °C durante el día y temperaturas de 10 - 12 °C durante la noche, de acuerdo con los reportes del INAMHI (2024). Estas temperaturas, ligeramente inferiores al rango óptimo nocturno, pudieron contribuir al estímulo floral del cultivo, ya que el contraste térmico entre el día y la noche favorece la producción de flores en fresa. Esto explicaría los resultados obtenidos, donde los tratamientos con extracto de sauce mostraron un mayor número de flores por planta, el tratamiento T3 presentó 5.43 flores promedio y el tratamiento T2 alcanzo 6.10 flores. Por tanto, se considera que las condiciones climáticas del invernadero y el efecto del extracto de sauce actuaron de manera sinérgica, promoviendo un valor superior en floración.

4.3 Número de frutos cuajados

Los resultados del análisis de varianza indican que, para la variable número de frutos cuajados, existieron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.0001$). Los resultados se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12

Variable número de frutos cuajados en el cultivo de fresa.

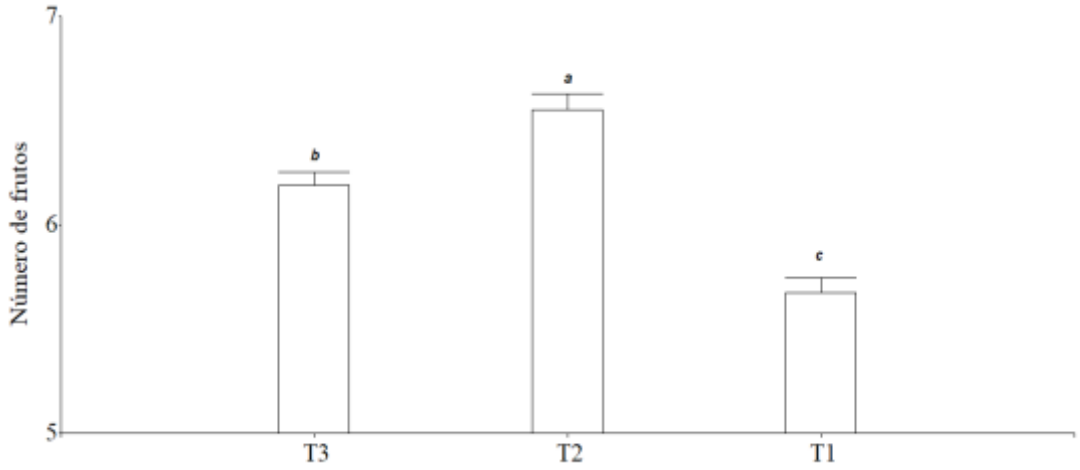
Tratamiento	Numero de frutos cuajados
T3	6.19±0.06
T2	6.55±0.08
T1	5.67±0.08

Los frutos cuajados de la fresa se iniciaron a partir de los 72 - 75 días después de la siembra, aproximadamente a los tres meses. La evaluación del cuajado de fruto se realizó considerando el momento en que las flores fecundadas iniciaron la formación del receptáculo engrosado y presentaron una fructificación visible, evidenciada por el aumento de tamaño del ovario y la marchitez de las piezas florales. El tratamiento T2 respondió de manera óptima y equivalente tanto como el T3, produciendo mayor cantidad de frutos cuajados (6.55 frutos por planta y 6.19 frutos por planta respectivamente) en comparación con el testigo (5.67 frutos por planta).

En la Figura 13, se indica que los valores de los tratamientos fueron estadísticamente diferentes, T2 presentó una superioridad del 13.72 % en el número de frutos cuajados respecto al tratamiento testigo, mientras que el tratamiento T3 superó al testigo en un 7.47 %. Asimismo, el tratamiento T2 fue 5.82 % superior al T3, evidenciando un mayor efecto del T2 sobre el cuajado de frutos en el cultivo de fresa.

Figura 13

Resultados para la variable número de frutos cuajados en el cultivo de fresa.



Rivas et al. (2011) explican en su ensayo sobre las respuestas de defensa de las plantas, mediante el uso de ácido salicílico, el que actúa como una molécula señalizadora, que activa genes y vías de defensa para mejorar la resistencia frente a estresores bióticos y abióticos. En las fresas, afecta la maduración y calidad del fruto, aumenta la actividad antioxidante y provoca resistencia sistémica adquirida. La aplicación de compuestos relacionados con ácido salicílico ha demostrado mejoras significativas en componentes productivos de la fresa.

Mohamed et al. (2018) exponen que encontraron que el tratamiento con ácido salicílico incrementó el número de frutos por planta y otros componentes de rendimiento en diferentes cultivares de fresa, lo cual concuerda con los resultados observados en el presente estudio, donde los tratamientos con extracto de sauce aumentaron el número de frutos cuajados en comparación con el testigo. No obstante, las diferencias observadas entre los tratamientos T3 y T2 podrían estar asociadas al tipo de solvente utilizado en la extracción, el cual influye en la disponibilidad y concentración de compuestos bioactivos. En este sentido, aunque el tratamiento T2 presentó un mayor número de frutos cuajados, el tratamiento T3 también mostró valores superiores al testigo, evidenciando que los dos tratamientos utilizados en esta investigación resultan efectivos para mejorar esta variable.

4.4 Número de frutos maduros

Los resultados del análisis de varianza indican que existe diferencias entre los tratamientos para la variable número de frutos maduros. Los resultados se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13

Variable número de frutos maduros en el cultivo de fresa.

Tratamiento	Número de frutos maduros
T3	6.94±0.07
T2	7.07±0.10
T1	6.48±0.07

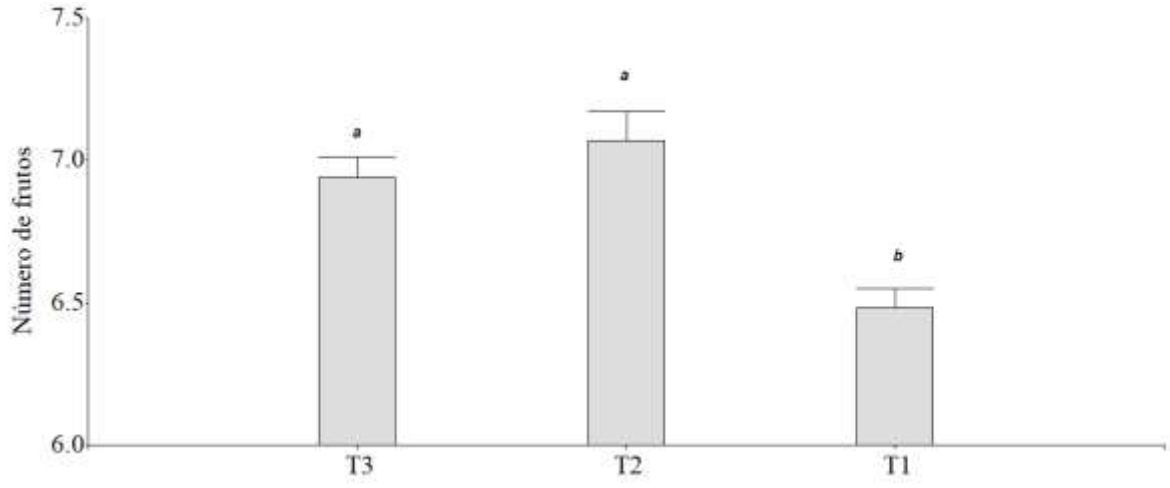
Los frutos maduros de la fresa se registraron una vez alcanzada la madurez fisiológica y comercial, caracterizada por la coloración roja uniforme del fruto y el desarrollo completo del receptáculo. La evaluación del número de frutos maduros por planta permitió cuantificar el efecto de los tratamientos sobre la fase final del ciclo productivo del cultivo de fresa. En la Figura 14, indica los valores promedio de la variable número de frutos maduros en el cultivo

de fresa con respecto a los tratamientos T1, T2 y T3. En cuanto al número de frutos maduros, el tratamiento T2 presentó el mayor promedio, con un valor de 7.07 frutos por planta, seguido del tratamiento T3 (6.94 frutos por planta); todos los tratamientos produjeron valores superiores al testigo (6.48 frutos por planta).

Los resultados obtenidos sugieren que la aplicación del extracto de sauce tuvo una influencia positiva sobre la producción de frutos maduros en el cultivo de fresa. El mayor promedio registrado en el tratamiento T2 podría estar asociado a la presencia de compuestos bioactivos, principalmente ácido salicílico, que favorecen procesos fisiológicos relacionados con la floración, el cuajado y el desarrollo de los frutos. Asimismo, el incremento observado en los tratamientos T2 y T3 respecto al testigo indica que la aplicación del extracto contribuyó a mejorar el desempeño productivo de las plantas durante la etapa reproductiva. Estos resultados coinciden con lo reportado por Mohamed et al. (2018) quienes encontraron que la aplicación de ácido salicílico incrementó significativamente el rendimiento y la calidad de los frutos de fresa, favoreciendo el desarrollo de estructuras reproductivas y la producción comercial del cultivo.

Figura 14

Resultados para la variable número de frutos maduros en el cultivo de fresa.



Los resultados en la Figura 14 muestran los valores obtenidos en la investigación sobre la cantidad de frutos maduros observados en las plantas bajo los diferentes tratamientos. Estos resultados, indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos T2 y T3, pero si con respecto al testigo (T1). Aguilar et al. (2011) describen que evaluaron la aplicación de ácido salicílico en la bioproductividad de la fresa, existió un aumento significativo en las variables productivas como son: número de frutos y peso de estos, atribuido a una mayor

eficiencia fisiológica y mejor movilización de asimilados hacia los órganos reproductivos. Estos resultados indican que la aplicación de extractos de sauce incrementó el número de frutos maduros en comparación con el tratamiento testigo, destacándose el tratamiento T2 como el de mejor respuesta productiva en esta variable.

4.5 Peso de frutos

Los resultados del análisis de varianza indican que para la variable peso de frutos existe diferencia, entre los tratamientos. Los resultados se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14

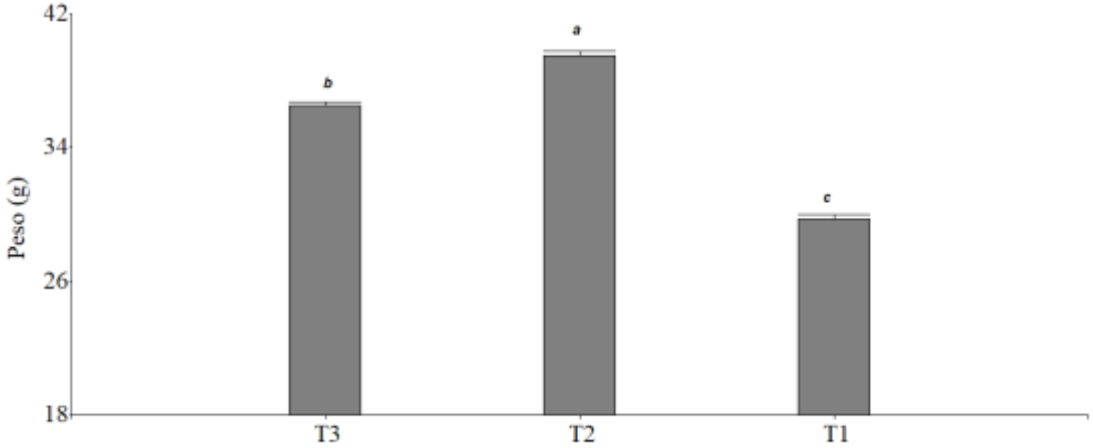
ADEVA para la variable peso de frutos del cultivo de fresa.

Tratamiento	Peso (g)
T3	36.53±0.21
T2	39.50±0.25
T1	29.71±0.30

En la Figura 15, se puede observar que el tratamiento T2 respondió de manera óptima al extracto empleado, produciendo frutos con un mayor peso (g), los valores son en promedio de 39.50 g de frutos por planta, seguido del tratamiento T3 que registró un valor promedio de 36.53 g por planta. El T2 presenta superioridad del 8.13 % con respecto al tratamiento T3. El testigo presentó valores significativamente inferiores en relación a los tratamientos T2 y T3 con un peso promedio de 29.71 g.

Figura 15

Resultados para la variable peso de frutos en el cultivo de fresa.



Los resultados obtenidos en el presente estudio superan a los reportados por Abad et al. (2020) quienes al evaluar variedades de fresa bajo el efecto de microtúnel encontraron que la variedad Albión presentó un peso promedio de fruto de 23.95 g. De manera similar Oliva et al. (2018) inidican que al evaluar un sistema de acolchado con diferentes distancias de siembra en la variedad Albión, reportó un peso promedio de 19.25 g a una distancia de 30 cm entre plantas.

La superioridad de los valores obtenidos en esta investigación puede atribuirse al sistema de cultivo empleado, el cual permitió un mayor control del manejo agronómico, así como a las condiciones ambientales óptimas, en las que se desarrolló el cultivo.

Los resultados obtenidos en el presente estudio podrían estar relacionados con la acción fisiológica del ácido salicílico presente en el extracto de sauce. Hassan et al. (2022) mencionaron que la aplicación foliar de ácido salicílico en plantas de fresa incrementó significativamente el peso promedio de los frutos, alcanzando valores de 13,53 g por fruto con una concentración de 4 mM, superando al tratamiento testigo. Los autores atribuyen este efecto a una mejora en la actividad fotosintética, la absorción de nutrientes y el transporte de fotoasimilados hacia los frutos en desarrollo. En este sentido, el mayor peso de fruto registrado en los tratamientos con extracto de sauce podría estar asociado a mecanismos fisiológicos similares, favoreciendo la acumulación de materia seca y el crecimiento de los frutos.

4.6 Solidos solubles (° Brix)

De acuerdo con los resultados del ADEVA, los tratamientos del presente experimento presentaron una diferencia significativa (p=<0.0001) para la variable sólidos solubles totales (°Brix). Los resultados se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15

Variable Grado Brix del fruto de Fresa.

Tratamiento	Solidos solubles (°Brix)
T3	8.06±0.05
T2	8.53±0.10
T1	7.61±0.08

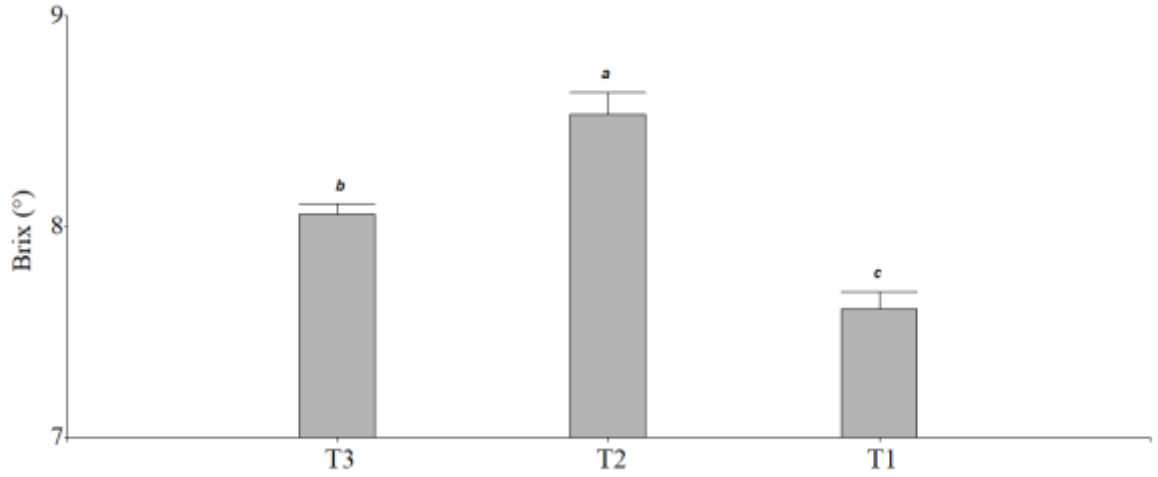
Para determinar el grado brix del fruto, se realizó una media de la cosecha obtenida de cada tratamiento en tres cosechas. Los resultados en la Figura 16 muestran que la variable sólidos solubles (°Brix), presenta diferencias estadísticas en relación con los diferentes tratamientos.

El tratamiento T2 presentó el mayor valor (8.53° brix), mientras que el tratamiento T3 presentó un valor de 8.06° brix y por último el testigo con 7.61 ° brix.

El contenido de sólidos solubles totales, expresado como grados Brix (°Brix), es un indicador fundamental de la calidad interna del fruto, ya que refleja principalmente la concentración de azúcares como glucosa, fructosa y sacarosa. Según recomendaciones del Postharvest Technology Center de UC Davis, un valor mínimo aceptable de °Brix en fresas destinadas al mercado es de aproximadamente 7 °Brix, aunque para mercados premium de alta calidad se sugiere valores cercanos o superiores a 9 °Brix.

Figura 16

Resultados para la variable Grado Brix del fruto de fresa.



En el caso de la fresa (*Fragaria annanasa*), diversos estudios han establecido que un valor mínimo de aproximadamente 7 °Brix es considerado aceptable para el consumo fresco, mientras que valores superiores a 8 °Brix se asocian con una mejor percepción de dulzor y mayor calidad organoléptica. Estos valores pueden variar en función de la variedad, el manejo agronómico y el grado de madurez al momento de la cosecha. Los grados Brix obtenidos en el presente estudio indican una adecuada acumulación de sólidos solubles en los frutos de fresa. Resultados similares fueron reportados por Gačnik et al. (2021) quienes evaluaron la aplicación de ácido salicílico (SA), metil salicilato (MeSA) y ácido acetilsalicílico (ASA) en frutos de fresa. Los autores registraron valores de sólidos solubles entre 7.18 y 7.99 °Brix al momento de la aplicación (T0), mientras que 24 horas después del tratamiento con ácido salicílico se alcanzaron valores de hasta 8.97 °Brix, superiores al testigo (7.57 °Brix). Estos resultados sugieren que los compuestos salicílicos pueden favorecer la acumulación de azúcares en los

frutos, contribuyendo a mejorar su calidad organoléptica y aceptación por parte del consumidor.

En general, el ambiente acondicionado protegido proporciona mejores condiciones para el desarrollo y la calidad de la planta, ya que las condiciones climáticas proporcionadas por este ambiente permiten una mayor expresión de las actividades fisiológicas, a través de una mayor fotosíntesis líquida y, en consecuencia, una mayor acumulación de carbohidratos, lo que resulta en un incremento de la masa seca y de azúcares reductores y no reductores, que, en altas concentraciones, mejoran las características fisicoquímicas del fruto (Taiz et al., 2017).

4.7 Relación costo/beneficio

La Tabla 16 muestra los resultados del costo/beneficio de los tratamientos en estudio siendo el tratamiento que presentó el mejor costo/beneficio fue T3, con una relación B/C de 1.34 USD Por otra parte, el tratamiento testigo presentó el menor costo/beneficio con un valor de 1.25 USD Estos resultados indican que la aplicación de extracto de sauce permitió mejorar la rentabilidad del cultivo en comparación con el tratamiento sin aplicación.

Tabla 16

Costos y beneficio de los tratamientos en estudio.

	T1 Testigo	**T2 Extracto de sauce (etanol)**	**T3 Extracto de sauce (agua)**
Total costos (USD)	733.73	740,73	733,73
Rendimiento (kg)	153,85 x2	165,54 x2	163,48 x2
Precio x kg (USD)	3.0	3.0	3.0
Ingresos (USD)	923.1	993.24	980.88
Utilidad (USD)	189.37	252.51	247.15
Relación B/C	1.25	1.34	1.33

En comparación con otros estudios relacionados con la producción de fresa, los resultados obtenidos en la presente investigación presentan una rentabilidad favorable bajo las condiciones evaluadas. El tratamiento T2 alcanzó la mayor relación beneficio/costo con un valor de 1.34, seguido del tratamiento T3 con 1.33 y el tratamiento testigo con 1.25,

demostrando que la aplicación de extractos de sauce permitió mejorar la eficiencia económica del cultivo.

Estos resultados son inferiores a los reportados por Tulcan (2023), quien obtuvo una relación beneficio/costo de 1,77 en el tratamiento con mejor comportamiento económico, debido al incremento del rendimiento y al efecto positivo de los microorganismos aplicados sobre la producción. De igual manera, Collaguazo & Morales (2025) indicaron en un estudio sobre determinación de costos de producción de fresa, señalaron la importancia de analizar los costos directos, costos indirectos y la rentabilidad del sistema productivo, debido a que factores como el manejo agronómico, disponibilidad de recursos y condiciones de comercialización influyen directamente en los resultados económicos obtenidos.

En este sentido, aunque la relación beneficio/costo obtenido en la presente investigación fue menor a la reportada por otros autores, el tratamiento T2 presentó el mejor comportamiento económico dentro del ensayo, generando 1.33 USD por cada dólar invertido. Esto evidencia que el extracto de sauce en agua constituye una alternativa viable para mejorar la rentabilidad del cultivo de fresa bajo condiciones locales de producción.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

La evaluación de las características morfo-agronómicas permitió determinar que la aplicación de extracto de sauce (*Salix alba* L.) mediante drench favoreció el desarrollo del cultivo de fresa. Entre las alternativas evaluadas, el extracto obtenido en etanol mostró una respuesta más favorable en el crecimiento y desarrollo de las plantas, lo que evidencia su potencial para mejorar el comportamiento agronómico del cultivo.

Al comparar el rendimiento y la calidad del fruto entre los tratamientos aplicados, se determinó que el extracto de sauce obtenido en etanol favoreció la obtención de frutos con mejores características productivas y de calidad. Estos resultados indican que el uso de este extracto constituye una alternativa que puede contribuir a mejorar la producción de fresa bajo las condiciones en las que se desarrolló la investigación.

El análisis económico permitió establecer que el tratamiento con extracto de sauce obtenido en etanol representó la alternativa más conveniente desde el punto de vista económico, al generar una mayor rentabilidad en comparación con los demás tratamientos evaluados. En consecuencia, su aplicación puede considerarse una opción técnicamente viable y económicamente factible para el cultivo de fresa.

5.2 RECOMENDACIONES

Evaluar diferentes dosis y frecuencias de aplicación del extracto de sauce (*Salix alba* L.), tanto en formulación etanólica como acuosa, para identificar las concentraciones y los intervalos de aplicación que optimicen la respuesta morfo-agronómica del cultivo de fresa, sin generar efectos fitotóxicos.

Validar los resultados obtenidos en la presente investigación mediante ensayos en condiciones de campo abierto, donde se considere la influencia de factores ambientales como la temperatura, la radiación solar y la precipitación sobre la respuesta del cultivo al extracto de sauce.

Investigar el efecto del extracto de sauce en diferentes variedades de fresa, con el propósito de determinar si su acción bioestimulante es consistente entre distintos materiales genéticos o depende de las características propias de cada variedad

Incorporar el uso del extracto de sauce dentro de un manejo agronómico integral que incluya una nutrición balanceada, un riego adecuado y un control fitosanitario oportuno, con el fin de potenciar su efecto bioestimulante y favorecer una producción de fresa más eficiente y sostenible.

REFERENCIAS

Abad, C., Jiménez, L., & Capa, E. (Agosto de 2020). *Efecto de la cubierta (microtúnel) en la productividad de dos variedades de fresa (Fragaria annanasa) en el sector Cajanuma cantón Loja*. Obtenido de La Granja Revista de Ciencias de la Vida: https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/31.2020.10

Aguilar, A., Nuñez, A., & Achondo, T. (30 de Abril de 2011). *EFECTO DEL ÁCIDO SALICÍLICO EN LA BIOPRODUCTIVIDAD DE*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v2n2/v2n2a10.pdf#:~:text=Se%20estableci%C3%B3%20un%20experimento%20para%20evaluar%20el%20efecto,n%C3%BAmero%20de%20frutos%20en%20comparaci%C3%B3n%20con%20el%20control.

Cano, M. (2013). Estrategias biológicas para el manejo de enfermedades en el cultivo de fresa (Fragaria spp.). *Scielo, VII*(2), 263-276.

Chiqui, F. (2010). Evaluación del rendimiento en el cultivo de fresa (Fragaria sp.) variedad oso grande, bajo invernadero mediante dos tipos de fertilización (organica y química) en la parroquia Octavio Cordero Palacios, Cantón Cuenca. *Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales*, 108.

Díaz, M. (2002). isiología De Árboles Frutales. Ed. Ag Editor, S.A. México. 309.

Dussan, B. (2014). Técnicas De Inducción Floral Como Mecanismo Para La Programación De Cosechas De Aguacate Hass Producidos En La Zona Marginal Alta Cafétera. *Escuela De Ciencias Agrícolas, Pecuarias Y Del Medio Ambiente. Universidad Nacional Abierta Y A Distancia. Risaralda, Colombia.*, 61.

Gačnik, S., Veberič, R., Hudina, M., & Koron, D. (14 de Octubre de 2021). *Salicylate Treatment Affects Fruit Quality and Also Alters the Composition of Metabolites in Strawberries*. Obtenido de Horticulturae: https://www.mdpi.com/2311-7524/7/10/400

Giraldo, L., Rios, H., & Polanco, M. (2009). *Efecto De Dos Enraizadores En Tres Especies Forestales Promisorias Para La Recuperación De Suelos.* Revista de investigación Agraria y Ambiental 1 (1), 32.

Gómez, C. M. (2008). Descripción De La Iniciación Floral, Floración, Cuajado, Caída De Frutos Y Endurecimiento Del Hueso. . *Instituto De Agricultura Sostenible. Consejo Superior De Investigaciones Científicas. Universidad Politécnica De Madrid.* , 7.

González, V., & W, L. (2012). Introducción De Dos Variedades De Fresa (Fragaria annanasa) Y Técnica De Fertirrigación Empleando Cuatro Biofertilizantes Líquidos En Pablo Sexto Morona Santiago.

Guízar, N., Sánchez, & Vélez, A. (1991). Guía Para El Reconocimiento De Los Principales Árboles Del Alto Balsas.

Gutiérrez, M., Trejo, C., & Larqué, A. (1998). *Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean.* Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S098194289880003X?via%3Dihub

Hassan, I., Azam Khan, M., Jilani, S., & Asghar, S. (24 de Febrero de 2022). *RESPUESTA MORFOLÓGICA Y BIOQUÍMICA DE LA FRESA A LA APLICACIÓN DE ÁCIDO SALICÍLICO*. Obtenido de Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology: https://ikprress.org/index.php/PCBMB/article/view/7415

Hauenstein, E., Peña, Cortés, F., González, M., & Schlatter, R. (2005). Nuevos Limi- tes Para La Distribución De Salix Humboldtiana Willd., Salicaceae, En Chile. Gaya- na. 44-46.

Khoshnevisan, B., Rafiee, S., & Mousazadeh, H. (2013). Environmental impact assessment of open field and greenhouse strawberry production. *Science Direct*, 29-37.

Ledesma, N., Nakata, M., & Sugiyama. (4 de Abril de 2018). *Effect of high temperature stress on the reproductive growth of strawberry cvs. 'Nyoho' and 'Toyonoka'.* Obtenido de Science : https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423807004256?via%3Dihub

Lema, W. (Febrero de 2025). *Repositorio Institucional UTA*. Obtenido de Aprovechamiento de fresa (Fragaria sp.) de calidad no comercial para el desarrollo de una lámina de fruta: https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/613e7cd3-d862-41e5-a43f-ba3364061f33/content

Mag.go.cr. (2017). Obtenido de http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658fresa.pdf

Mantuano, N., & Gras, R. (13 de Marzo de 2024). *Repositorio Unesum*. Obtenido de Uso de fertilizantes químicos y su efecto en la degradación de suelo agrícola en la finca Alejandro Ponce, Parroquia La América.: https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/6188

Mohamed, R. A., Khart, A., & Abd, E. (2018). *Salicylic Acid Effects on Growth, Yield, and Fruit Quality of Strawberry Cultivar*. Obtenido de Journal of Medicinally Active

Plants: https://openpublishing.library.umass.edu/jmap/article/id/322/?utm_source=chatgpt.com

Moreira, R. (2018). *EFECTO DE PROMOTORES DE FLORACION SOBRE EL ESTATUS NUTRIMENTAL DEL MANGO CV. TOMMY ATKINS*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/322662236_EFECTO_DE_PROMOTORES_DE_FLORACION_SOBRE_EL_ESTATUS_NUTRIMENTAL_DEL_MANGO_CV_TOMMY_ATKINS

Oliva, M., Oliva, J., & Trauco, C. (11 de Noviembre de 2018). *Determinación de parámetros fisicoquímicos y productividad de cinco variedades de fresa (Fragaria spp.) cultivadas bajo sistema de acolchado en Molinopampa, Amazonas*. Obtenido de https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/401/521

Pérez, L. (2018). *respositorio.uta.edu.ec*. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5495d568-1ae6-4cf5-97cc-efee81a06370/content

Pérez, L., & Yánez, W. (2018). *Inducción de la floración en fresa (Fragaria x ananassa) variedad albión, mediante la aplicación de extracto de sauce (Salix humboldtiana) y agua de coco (Cocos nucifera L)*. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28651

Postharvest Research and Extension Center de la University of California, D. (22 de 03 de 2025). *Ohio Controlled Environment Agriculture Center*. Obtenido de https://ohceac.osu.edu/CEBPI-Productivity-Fruit-Quality?utm_source=chatgpt.com

Putti, G. L. (2005). Capacité De Croissance De La Partie Aérienne Du Fraisier (Fra- garia X Ananassa Duch.) Sous Conditions Naturelles Et Traitement Au Froid En Automne, Et Sous Longue Conservation Au Froid: Évaluation De La Repiration Et De La Chaleur Métabolique Comme Marq. *Doctoral Dissertation, Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand Ii*.

Quispe, M. (2013). *Propagación Vegetativa De Esquejes De Queñua (Polylepis Besseri Hieron) En Base A La Aplicación De Dos Enraizadores Naturales Y Tres Tipos De Sustratos En El Vivero De La Comunidad De Huancané. Universidad Mayor De San Andrés, La Paz (Bolivia).*

Rea, L. (2012). *Análisis del rendimiento de la fresa (Fragaria chiloensis L. Duch) sometida a diferentes tipos de sustratos dentro de un cultivo semi-hidropónico en la parroquia*

Salinas provincia del Imbabura. Obtenido de http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/975

Rea, L. O. (2012). Obtenido de http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/975/T-UTB-FACIAG-AGR-000181.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rivas, M., & Plasencia, J. (25 de Febrero de 2011). *Ácido salicílico más allá de la defensa: su papel en el crecimiento y desarrollo de las plantas.* Obtenido de https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21357767/

Rodríguez, H., & Hechevarría, I. (2004). stación Experimental De Plantas Medici- nales "Dr. Juan Tomás Roig " Efectos Estimulantes Del Crecimiento De Extractos Acuosos De Plantas Medicinales Y Gel De Aloe Vera (L.) N. L. urm. Cubana Plant, 9, 6. Retrieved.

Sucojayo Choque, E., Tarqui, M., Bosque, H. D., & Murillo, W. (2021). *Instituto de Investigaciones Agropecuarias y de Recursos Naturales)iiaren).* Obtenido de https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/96

Sviatlana, Š., Macalpine, & Karp. (2008). A Genetic Study Of AsALIx Germ- plasm Resource Reveals New Insights Into Relationships Among Subgenera, Sec- tions And Species. *Bioenergy Research 1(1)*, 67-79.

Tucuch, C., Alcántar, G., Salinas, Y., Trejo, L. l., Volke, V. H., & Larqué, A. (20 de Junio de 2017). *Revista Fitotecnia Mexicana.* Obtenido de https://doi.org/10.35196/rfm.2017.2.235-238

Vizcaino, L. (2011). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de frutilla (Fragaria chiloensis) en Checa - Pichincha.* Universidad San Francisco de Quito, Quito.

Yanar, Y., Kadioglu, I., Gokce, A., Demirtas, I., Goren, N., Cam, H., & Whalon, M. (2011). In vitro Antifungal Activity of Some Plant Extracts against. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 2625-2629.