

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



**“EVALUACIÓN DE FITORREGULADORES EN LA PRODUCCIÓN DEL
CULTIVO DE FRESA (*Fragaria vesca* L.) EN OTAVALO”**

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR

Eddy Santiago Oña Jaramillo

DIRECTOR

Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

IBARRA 2024

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

“EVALUACIÓN DE FITORREGULADORES EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria vesca* L.) EN OTAVALO”

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

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADO:

Ing. Miguel Gómez, MSc.

DIRECTOR



FIRMA

Ing. Fernando Basantes, MSc.

ASESOR



FIRMA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN 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 | |
|-----------------------------|--|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 1003534672 |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | Oña Jaramillo Eddy Santiago |
| DIRECCIÓN: | Otavalo |
| EMAIL: | esoniaj@utn.edu.ec |
| TELÉFONO MOVIL: | 0981363046 |

| DATOS DE LA OBRA | |
|-------------------------------|---|
| Título: | “EVALUACIÓN DE FITORREGULADORES EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE FRESA (<i>Fragaria vesca</i> L.) EN OTAVALO” |
| Autor: | Oña Jaramillo Eddy Santiago |
| Fecha: | 26 de junio del 2024 |
| Programa | <input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRAGO |
| Título por el que opta | Ingeniero Agropecuario |
| Director | Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc. |

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 26 días del mes de julio de 2024

EL AUTOR:



Eddy Santiago Oña Jaramillo

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Eddy Santiago Oña Jaramillo, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 26 días del mes de julio de 2024

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Miguel Gómez', written over a horizontal line.

Ing. Miguel Gómez, MSc.
DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 26 días del mes de julio del 2024

Eddy Santiago Oña Jaramillo: “EVALUACIÓN DE FITORREGULADORES EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria vesca* L.) EN OTAVALO” Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 26 días del mes de julio de 2024, 65 páginas.

DIRECTOR: Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el efecto de fitorreguladores en la producción del cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L.) en Otavalo.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Evaluar las características productivas y organolépticas del cultivo de fresa bajo la aplicación de fitorreguladores.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.

Ing. Miguel Gómez, MSc.

Director de Trabajo de Grado

Eddy Santiago Oña Jaramillo

Autor

AGRADECIMIENTO

Primero agradezco a Dios por haberme brindado la fuerza y la fe para lograr culminar mis estudios. A mis padres Santiago y Sonia, a mi hermano Cristian por su apoyo incondicional, cariño y aliento mostrado; de manera especial agradezco a mi hijo Cristian Daniel que el verdadero motivo de mi vida y cada uno de los miembros de mi familia que estuvieron al pendiente mío a lo largo de mi carrera universitaria.

De igual manera quiero agradecer al ingeniero Miguel Gómez director de tesis, al Ingeniero Fernando Basantes asesor de tesis y cada uno de los miembros del tribunal que con cada uno sus consejos, observaciones y sugerencias impartidas me permitieron culminar mi investigación y mis estudios de la mejor manera.

Por último quiero enviar un agradecimiento al Ingeniero Carlos Ulcuango, al señor Miguel Males y a la señora Blanca Collaguazo por haberme guiado en mi formación como profesional a lo largo de estos años, al haberme permitido conocer la realidad y la importancia que tiene nuestra carrera con los agricultores y productores dentro de la sociedad y en la vida cotidiana.

¡Gracias!

Eddy Santiago Oña

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico primeramente a Dios por haberme dado la oportunidad de poder tenerlo todo en la vida desde una familia maravillosa y amigos que realicé durante mi carrera universitaria.

A mi Hijo Cristian Daniel que desde su llegada fue una bendición motivación para mí y que gracias a él tuve la oportunidad de conocer el verdadero sentido de la vida y los obstáculos que se debe tener conforme siga avanzando y superando en la vida.

A mis padres Santiago, Sonia a mi hermano Cristian que estuvieron conmigo en los buenos y malos momentos apoyándome incondicionalmente; a toda mi familia que estuvo siempre al pendiente de mí y a todos los amigos que hice a lo largo de mi trayectoria en la universidad y en el campo laboral.

De manera especial quiero dedicar este trabajo a mi Mamita Anita que siempre fue una inspiración para mí hasta el último día de su vida estuvo ahí sonriéndome y motivándome, se que ella va a ser la persona más orgullosa de verme obtener este logro.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO I | 1 |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 Antecedentes..... | 1 |
| 1.2 Problema | 3 |
| 1.3 Justificación..... | 3 |
| 1.4 Objetivos | 4 |
| 1.4.1 <i>Objetivo general</i> | 4 |
| 1.4.2 <i>Objetivos específicos</i> | 4 |
| 2.1. Generalidades del cultivo de fresa | 6 |
| CAPÍTULO III | 14 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 14 |
| 3.1 Caracterización del área de estudio | 14 |
| 3.3 Métodos..... | 15 |
| 3.4.1 <i>Días hasta el inicio de la cosecha.</i> | 18 |
| 3.4.2 <i>Diámetro promedio de fruto</i> | 18 |
| 3.4.3 <i>Clasificación de frutos.</i> | 18 |
| 3.4.4 <i>Número de frutos de la parcela neta</i> | 18 |
| 3.4.5 <i>Rendimientos</i> | 19 |
| 3.4.6 <i>Contenido de grados Brix.</i> | 19 |
| 3.4.7 <i>Análisis económico</i> | 19 |
| 3.5.1 <i>Toma de muestras y análisis de suelo</i> | 19 |
| 3.5.2 <i>Arado y rastrado</i> | 19 |
| 3.5.3 <i>Abonado y fertilización química</i> | 19 |
| 3.5.4 <i>Elaboración y acolchado de camas</i> | 20 |
| 3.5.5 <i>Adquisición y trasplante de plántulas:</i> | 20 |
| 3.5.6. <i>Delimitación de parcelas:</i> | 20 |
| 3.5.7 <i>Implementación de tratamientos:</i> | 20 |
| 3.5.8 <i>Labores culturales</i> | 21 |
| 3.5.9 <i>Cosecha</i> | 21 |
| 3.5.10 <i>Comercialización</i> | 21 |
| CAPÍTULO IV | 23 |

| | |
|---|-----------|
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 23 |
| 4.1 Días hasta el inicio de la cosecha | 23 |
| 4.2 Diámetro de fruto..... | 24 |
| 4.3 Calibre | 26 |
| 4.4 Número de frutos en la parcela neta | 27 |
| 4.5 Rendimientos..... | 29 |
| 4.6 Grados Brix | 31 |
| 4.7 Análisis económico..... | 32 |
| CAPÍTULO V. | 36 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 36 |
| 5.1 Conclusiones..... | 36 |
| 5.2 Recomendaciones | 36 |
| REFERENCIAS..... | 37 |
| ANEXOS | 43 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----------|
| <i>Tabla 1 Fertilización sugerida del cultivo fresa (Fragaria vesca L.).....</i> | <i>7</i> |
| <i>Tabla 2 Materiales, insumos y herramientas utilizados durante la fase de investigación.</i> | <i>15</i> |
| <i>Tabla 3 Tratamientos a evaluar con sus respectivas dosis de aplicación de los fitorreguladores.....</i> | <i>16</i> |
| <i>Tabla 4 Características de la unidad experimental de la investigación del estudio realizado en San Pablo.</i> | <i>17</i> |
| <i>Tabla 5 Análisis de varianza (ADEVA) de la investigación de la aplicación de fitorreguladores en el cultivo de fresa (Fragaria vesca L.).....</i> | <i>18</i> |
| <i>Tabla 6 Fertilizantes utilizados en la fertilización con su respectiva dosis sugerida en el análisis de suelo.....</i> | <i>20</i> |
| <i>Tabla 7 ADEVA de la variable de días hasta el inicio de la cosecha del cultivo de fresa (Fragaria vesca L.) con la aplicación de tres dosis de dos fitorreguladores.</i> | <i>22</i> |

| | |
|---|----|
| Tabla 8 ADEVA de la variable de diámetro de fruto del cultivo de fresa (<i>Fragaria vesca</i> L.) con la aplicación de tres dosis de dos fitorreguladores.. | 24 |
| Tabla 9 Clasificación de acuerdo al calibre de fruto del cultivo de fresa (<i>Fragaria vesca</i> L.) clasificados de acuerdo a la NTC..... | 26 |
| Tabla 10 ADEVA de la variable de número de frutos por parcela neta. | 28 |
| Tabla 11 ADEVA de la variable de peso de frutos..... | 29 |
| Tabla 12 ADEVA de la variable de días a la cosecha..... | 31 |
| Tabla 13 Medias y rango de la variable de Grados Brix de los frutos obtenidos del cultivo de fresa (<i>Fragaria vesca</i> L.) con la aplicación de tres dosis de dos fitorreguladores. | 32 |
| Tabla 14 Tabla de resultados sobre la relación costo beneficio de la investigación del cultivo de fresa (<i>Fragaria vesca</i> L.) con la aplicación de tres dosis de dos fitorreguladores con el precio de venta promedio del kilo en campo. | 33 |
| Tabla 15 Tabla de resultados sobre la relación costo beneficio de la investigación del cultivo de fresa (<i>Fragaria vesca</i> L.) con la aplicación de tres dosis de dos fitorreguladores con el precio de venta promedio del kilo en el mercado. | 33 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Imagen referencial del lugar donde se implementó la investigación de la aplicación de fitorreguladores en el cultivo de fresa (<i>Fragaria vesca</i> L.)..... | 14 |
| Figura 2 Esquema del diseño de bloques completos al azar de la aplicación de dos fitorreguladores en el cultivo de fresa (<i>Fragaria vesca</i> L.)..... | 16 |
| Figura 3 Días al inicio de la cosecha del cultivo de fresa (<i>Fragaria vesca</i> L.) con las distintas dosis de aplicación foliar de distintas dosis de fitorreguladores, rangos obtenidos según la prueba de Fisher 5%..... | 23 |
| Figura 4 Diámetro de fruto, rangos según la prueba de Fisher 5%..... | 25 |
| Figura 5 Porcentaje de clasificación de acuerdo al calibre de fruto del cultivo de fresa (<i>Fragaria vesca</i> L.) con la aplicación de tres dosis de dos fitorreguladores.. | 27 |
| Figura 6 Número de frutos cosechados en la parcela neta del cultivo de fresa (<i>Fragaria vesca</i> L.) con la aplicación de tres dosis de dos fitorreguladores. | 28 |

Figura 7 Peso de frutos cosechados en valor de t/ha del cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L.) con la aplicación de tres dosis de dos fitorreguladores. 30

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| <i>Anexo 1</i> Preparación de lote para la siembra..... | 45 |
| <i>Anexo 2</i> Inicio del desarrollo vegetativo de la planta | 45 |
| <i>Anexo 3</i> Realización de prácticas culturales en el cultivo | 46 |
| <i>Anexo 4</i> Vista de la unidad experimental..... | 46 |
| <i>Anexo 5</i> Preparación de las soluciones para la aplicación de cada tratamiento | 47 |
| <i>Anexo 6</i> Cosecha | 47 |
| <i>Anexo 7</i> Análisis de grados Brix..... | 48 |
| <i>Anexo 8</i> Ilustración 8 Toma de datos de cada uno de los tratamientos..... | 48 |
| <i>Anexo 9</i> Análisis de suelo de la unidad experimental..... | 49 |

“EVALUACIÓN DE FITORREGULADORES EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria vesca* L.) EN OTAVALO”

Oña Jaramillo Eddy Santiago
Universidad Técnica del Norte
Correo: esoniaj@utn.edu.ec

RESUMEN

El uso de fitorreguladores influye directamente en la producción agrícola, una herramienta nueva para los agricultores que desean mejorar el rendimiento y la calidad de sus cultivos con una mayor rentabilidad, así mismo contribuye con el uso eficiente de insumos especialmente fertilizantes complementando su uso, generando así un doble beneficio; económico y la reducción de impacto ambiental. En los últimos años el cultivo de fresa ha tomado un mayor valor en cuanto a la producción de esta; sin embargo, la mayoría de los productores no se sienten conformes con la rentabilidad obtenida al momento de la comercialización en sus cosechas. Tomando en cuenta estos antecedentes la presente investigación se realizó en el sector de Río Itambi en la parroquia San Pablo del Lago lugar donde la producción y comercialización de fresa es el sustento de la mayoría de la población. Para esta investigación se tomaron dos alternativas de fitorreguladores con tres dosis cada uno teniendo en consideración una mayor, una menor y la recomendada, así mismo se ha tomado a consideración un testigo; Cada uno se aplicó vía foliar resaltando que el forclorfenuron fue aplicado en temporada de floración y llenado con intervalos de 15 días y el triacontanol más brasinosteroides se aplicó después de los 21 días de transplante con intervalos de 21 días. Cada fitorregulador fue aplicado hasta el inicio de la cosecha y luego se realizó aplicaciones mensuales. En conclusión, a mayor dosis de aplicación de triacontanol más brasinoesteroides se obtuvo una mayor producción y calidad del cultivo con respecto a las aplicaciones con forclorfenuron y el testigo.

Palabras Claves: rentabilidad, rendimiento, calidad, triacontanol, brasinosteroides, forclorfenuron.

“EVALUACIÓN DE FITORREGULADORES EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria vesca* L.) EN OTAVALO”

ABSTRACT

The use of phytohormones directly influences agricultural production, a new tool for farmers who wish to improve the yield and quality of their crops with greater profitability, and also contributes to the efficient use of inputs, especially fertilizers, complementing their use, thus generating a double benefit; economic and reducing environmental impact. In recent years the strawberry crop has taken a higher value in terms of production; however, most producers are not satisfied with the profitability obtained at the time of marketing their crops. Taking into account this background, this research was conducted in the Rio Itambi's zone in the parish of San Pablo del Lago, where the production and marketing of strawberries is the livelihood of most of the population. For this research, two alternatives of phytohormones were used with three doses each one taking into consideration a higher, a lower and the recommended dose, as well as a witness; each one was applied via foliar, highlighting that forchlorfenuron was applied during the flowering and filling season with intervals of 15 days and triacontanol and brassinosteroids was applied after 21 days of transplanting with intervals of 21 days. Each phytohormone was applied until the beginning of harvest and then monthly applications were made. In conclusion, the higher the application rate of triacontanol plus brassinosteroids, the higher the yield and crop quality compared to the applications with forchlorfenuron and the witness.

Keywords: yield, quality, profitability, Forchlorfenuron, triacontanol, brassinosteroids, phytohormone

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La fresa es un cultivo que se encuentra produciendo en el Ecuador a una altura que promedia entre los 1 300 y 2 600 msnm con temperaturas aproximadas de 15 °C. En nuestro país la producción se centra especialmente en provincias de Pichincha, Tungurahua, Chimborazo, Imbabura y Azuay siendo las variedades Diamante, Oso Grande, Monterrey y Albión las mas cultivadas y comercializadas en los sectores mencionados. (Larios, 2012).

Alcántara (2019) menciona que los fitorreguladores son compuestos de concentraciones muy bajas que influyen en el control del crecimiento y actividades bioquímicas de la planta por lo que dentro de la agricultura su uso es cada vez más frecuente; es necesario que para la aplicación de estos compuestos se tenga en claro las dosis de aplicación, condiciones de la planta, temporada de aplicación, entre otros factores.

Viasus et al. (2013), en su investigación realizada con la aplicación de fitorreguladores en el cultivo de fresa lograron obtener una mejor producción y un mayor diámetro en los frutos del mismo, sin embargo, no hubo un cambio en la calidad organoléptica de las mismas.

Gómez (2010) en su investigación menciona que la aplicación de forclorfenuron a una concentración de 10 ppm en la época de floración y llenado en el cultivo de sandía obtuvo un mayor peso en un número menor de frutos obteniendo 8.03 kg en 4 frutos con relación al testigo en cual no se aplicó ningún componente obtuvo 4.19 kg en 8.92 frutos obtenidos.

La aplicación foliar de forclorfenuron en dosis mayores de 10 ppm en el cultivo de arándano en la temporada de floración provocó una mayor incidencia en los parámetros de calidad del fruto destacando el incremento de peso aproximadamente el 28% y aumento de diámetro en la zona ecuatorial del 9% con respecto al testigo (Contreras, 2010).

Villatoro (2014), en su investigación demostró que con aplicaciones foliares de forclorfenuron en el cultivo de sandía en la temporada de floración se obtuvo mejores rendimientos en tres frecuencias de aplicación con dosis de 150 ppm a diferencia de una frecuencia de aplicación en dosis de 150, 100, 50 y 25 ppm en los cuales hubo una diferencia promedio en rendimientos de 10 t ha⁻¹.

Ortega (2019), mediante la aplicación foliar de forclorfenuron en el cultivo de vainita en temporada de floración a una concentración de 0.6 cm³ L⁻¹ de agua logró obtener un rendimiento total de hasta 17675 t ha⁻¹ y el menor rendimiento fue el testigo 8643 t ha⁻¹. Motivo por el cual se observa que con la aplicación de este componente en la investigación podríamos obtener rendimientos incluso por arriba del 100% a una producción convencional.

Soria (2011), observó que con la aplicación de brasinoesteroides durante el ciclo de desarrollo vegetativo del cultivo de rosa, al iniciar la aplicación luego de observarse las yemas hinchadas previo a la brotación de las mismas pudo observar que el botón floral obtuvo un peso de 5.33 g en promedio de botón floral respecto al testigo que obtuvo un peso promedio de 3 g, así mismo promueve un desarrollo vegetativo más rápido en la planta tomando en cuenta que a los 15 días se obtuvo un promedio de tallos de 50.45 cm y el testigo tuvo tallos en promedio de hasta 7.96 cm; motivo por el cual con la aplicación del este componente se puede inducir a una cosecha mucho más rápida que con un manejo tradicional.

Pérez et al. (2022), mencionan que con la aplicación foliar de brasinoesteroides a una concentración de 0.1 ml L⁻¹ en solución durante el ciclo de desarrollo en el cultivo de petunia híbrida se pudo obtener en promedio hasta 3 flores más con respecto al testigo que no tuvo aplicación de ningún componente.

De La Rosa (2018) indica que con la aplicación foliar de brasinoesteroides en el cultivo de papa durante el ciclo de floración provocó un rendimiento promedio de hasta 66.47 t ha⁻¹ con respeto al testigo el cual obtuvo un rendimiento de 12.57 t ha⁻¹ al momento de la cosecha.

La aplicación foliar de triacontanol a una concentración de 33 µg ml⁻¹ más brasinoesteroides a una concentración de 31 mg L⁻¹ a una dosis de 2 cm³ L⁻¹ de solución en el cultivo de rosa obtuvo un mayor diámetro en la zona ecuatorial con un botón de

7.61 cm con respecto al testigo que obtuvo un botón con un diámetro de 6.81 cm (Sanipatín, 2016).

Cantaro (2019), comenta que en el cultivo de arveja mediante la aplicación de triacantanol solo obtuvo un rendimiento promedio de 8 884 kg ha⁻¹ difiere mínimamente del testigo con 7 984 kg ha⁻¹ del testigo que no tuvo aplicación, mas si se observa que este componente combinado con otro tipo de bioestimulantes se pudo obtener una producción de hasta 12 150 kg ha⁻¹; por lo cual la aplicación de este segundo bioestimulante en la investigación será de aplicación de triacantanol más brasinoesteroides.

1.2 Problema

Uno de los problemas al que se enfrentan los productores de fresa durante el ciclo de cosecha es la baja rentabilidad obtenida al momento de la comercialización el producto en los diversos mercados. Vargas (2022), menciona que la mayoría de los productores de fresa tienen desconocimiento de las funciones y beneficios que puede brindar la aplicación de fitoreguladores en la planta en cuanto al comportamiento productivo con factores como tamaño, peso y diámetro del fruto; así mismo tienen el desconocimiento del uso adecuado de los mismos.

1.3 Justificación

Según el (Ministerio de agricultura y ganadería [MAG], 2007), la fresa es uno de los productos con una proyección alta de exportación. En los alrededores del lago San Pablo existen en un gran porcentaje personas dedicadas al cultivo de fresa obteniendo frutos de primera, segunda y tercera calidad durante la temporada de cosecha; siendo así una alternativa de subsistencia para las familias de estos sectores. Chimborazo (2014), en su investigación realizada evidenció que el 67% de los agricultores menciona que el fruto de fresa ha tenido un aumento considerable en la demanda por parte de los consumidores dentro del mercado nacional.

González (2022) menciona que la aplicación de los fitoreguladores en el cultivo no se utiliza para reemplazar la fertilización; más bien estos son utilizados en conjunto con la misma, pues el objetivo principal de la aplicación complementaria de estos

componentes es mejorar la calidad y los rendimientos del cultivo. Así mismo Días (2015), señala que los fitoreguladores son sustancias que promueven una estimulación en los procesos naturales de la planta provocando una mayor captación, asimilación y eficiencia de los nutrientes; su uso está registrado desde la antigüedad; sin embargo, en estos últimos años ha habido una mayor acogida en cuanto a la investigación de los mismos debido al interés de los agricultores en mejorar el rendimiento y la producción de sus cultivos.

Con la aplicación complementaria de los fitoreguladores dentro de la agricultura convencional se ha logrado cubrir deficiencias producidas en el campo, que han persistido a pesar de las constantes mejoras en los procesos de producción de los cultivos obteniendo un mayor rendimiento y calidad, por ende ayudando a los agricultores a producir mucho más con menos recursos (Buriticá, 2021).

Con lo anteriormente mencionando la finalidad de este estudio es presentar una nueva alternativa en el mercado con el fin de poder mejorar los rendimientos y aumentar los ingresos de los agricultores dedicados a la producción de fresa en el sector del lago San Pablo, lugar conocido por dedicarse mayoritariamente a la producción de esta fruta.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de fitoreguladores en la producción del cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L.) en Otavalo.

1.4.2 Objetivos específicos

- Evaluar las características productivas y organolépticas del cultivo de fresa bajo la aplicación de fitoreguladores.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.

1.5 Hipótesis

Ho: La aplicación foliar de las distintas dosis de fitoreguladores no influyen significativamente en el rendimiento y calidad de la fresa.

Ha: Con la aplicación foliar de fitorreguladores se obtiene un rendimiento mayor al 10% y mayor calidad en el fruto de fresa con respecto al testigo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades del cultivo de fresa

2.1.1 Origen

Santos y Obregón (2012) indican que la fresa es una fruta originaria de Virginia (Estados Unidos) e introducida a Europa en el siglo XVII, a partir de ahí se formaron híbridos de la misma para posteriormente regresar a América como una planta domesticada y mejorada en sus características genotípicas obteniendo un mejor tamaño y sabor y así poder ser producida en todo el mundo.

2.1.2 Cultivo de fresa en el Ecuador

En el Ecuador la fresa se cultiva en zonas comprendidas entre 1 300 y 3 600 msnm con temperaturas óptimas de 15° C. La provincia de Pichincha es el principal productor de fresa en el país con 400 hectáreas cultivadas, seguido de la provincia de Tungurahua con 240 hectáreas mientras que las provincias de Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura y Azuay, la producción es de 40 hectáreas aproximadamente (Gutiérrez, 2002)

2.1.3 Taxonomía y descripción botánica de la fresa

2.1.3.1 Taxonomía de la fresa. Agros (2016) describe taxonómicamente a la fresa es la siguiente manera:

| | |
|----------|--------------------------|
| Reino | Plantae |
| División | Magnoliophyta |
| Clase | Magnoliopsida |
| Orden | Rosales |
| Familia | Rosaceae |
| Género | <i>Fragaria</i> |
| Especie | <i>Fragaria vesca</i> L. |

2.1.3.2 Descripción botánica de la fresa La fresa un cultivo perteneciente a la familia Rosaceae, es una planta de no más de 50 cm de altura que está compuesto por raíces con tejido vascular y suberoso además de raicillas con periodos de vida cortos; las hojas originadas en la corona de la planta son trilobuladas de peciolo largos las cuales originan tres tipos de yemas las cuales van a dar origen a tallos, estolones y los racimos florales. Sus flores consideradas como hermafroditas con cinco pétalos ovales blancos, un cáliz con cinco sépalos persistentes y están reunidas a manera de inflorescencias cimosas; el fruto formado por un receptáculo el cual es la parte comestible y que sostiene a los verdaderos frutos hortícolas los cuales se los considera como aquenios (Gutiérrez, 2002).

2.1.4 Fertilización

Chirinos (2000) menciona que una fertilización equilibrada en fresa es decisiva para obtener alta calidad y rendimiento de fruto. Para realizar una fertilización adecuada se debe realizar un análisis de suelo. Luego se debe realizar un análisis foliar que permita el seguimiento y correcciones a la fertilización de la planta. Al dosificar una fertilización demasiado baja no se puede satisfacer la demanda del cultivo y así no se puede lograr los rendimientos esperados como muestra la (Tabla 1).

Tabla 1

Fertilización sugerida del cultivo fresa (Fragaria vesca L.).

| Época de fertilización | Nutriente aplicado (kg/ha) | | | | |
|------------------------|----------------------------|-----|-----|----|----|
| | N | P | K | Mg | B |
| En la siembra | 100 | 300 | 100 | 0 | 0 |
| A los 45 días | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Después de la cosecha | 180 | 50 | 150 | 60 | 20 |

FUENTE: Angelfire, 2001

2.1.5 Variedades

La provincia de Imbabura es una de las provincias que tienen una mayor producción de fresa en el país por lo que dentro de esta existen varios sectores dedicados a la explotación de este cultivo, específicamente en los alrededores del Lago San Pablo existen tres variedades de fresa que son las más cultivadas; estas son Albión, Monterrey y San Andrés (Ibadango, 2017).

2.1.5.1 Fresa Variedad Monterrey. Masagro (2017) menciona que la fresa variedad Monterrey es una especie caracterizada por tener una planta muy vigorosa la cual produce una mayor cantidad de frutos en comparación con otras especies los cuales poseen un delicioso sabor siendo de mayor agrado en cuanto a la degustación por parte de los consumidores.

2.1.6 Fitorreguladores

Aquenio (2016), menciona que dentro del cultivo de fresa generalmente se da el uso de auxinas las cuales producen algunos efectos como: elongación celular, crecimiento de yemas axilares, raíces adventicias, de hojas, flores y frutos; de acuerdo con la concentración controla la expresión de numerosos genes y retrasa la maduración de frutos. También se da el uso de giberelinas las cuales estimulan la elongación celular, promueven la división celular en el tejido vascular, controla la expresión de numerosos genes y retrasa la maduración y senescencia de frutos.

2.1.7 Rendimientos

García et al. (2014) mencionan que en el año 2012 hubo una producción de 4516810 toneladas de fresa en todo el mundo, así mismo el principal país productor de esta es Estados Unidos de Norte América con un promedio de 1250366 toneladas en el lapso de 6 años y en el año antes mencionado logro producir un total de 1366850 toneladas obteniendo un 28.9% del total producido a nivel mundial.

2.2 Generalidades de los fitorreguladores

2.2.2 Definición

Saborio (2002), define como fitorregulador a la sustancia que al ser aplicada en el cultivo en cantidades mínimas sin necesariamente ser un nutrimento, pesticida; este genera un impacto positivo en el mismo, actuando en cada una de las etapas fenológicas de la planta promoviendo una mejor germinación, desarrollo vegetativo, floración y desarrollo de frutos en la misma.

2.2.3 Aplicación de los fitorreguladores.

Según Nadal (2010), los fitorreguladores sirven para contrarrestar condiciones de estrés en la planta sea por factores bióticos y abióticos, aportar energía dentro del ciclo de desarrollo vegetativo y generalmente la aplicación de estos permite disimular imprecisiones en la nutrición del cultivo debido al manejo inadecuado, malas prácticas culturales y el desbalance nutricional debido a la variación climática.

2.2.4 Diferencia de los fitorreguladores con productos de uso en la agricultura convencional.

Valagro (2014), menciona que los bioestimulantes se distinguen de los agroquímicos debido a que solo actúan como complemento a la utilización de los mismos ayudando así a la planta comúnmente a mejorar su vigor; no tienen ninguna acción directa contra la incidencia plagas o enfermedades dentro del cultivo.

2.2.5 Clasificación de los fitorreguladores.

Según Saborio (2002), existen diversos tipos de fitorreguladores, unos químicamente definidos tales como los que están compuestos por aminoácidos, polisacáridos, oligopéptidos o polipéptidos. Además, existen otros con una composición química más compleja, como los extractos de algas y ácidos húmicos como se muestra a continuación:

- a. Formulaciones a base de aminoácidos:** Poseen aminoácidos en diferentes composiciones; libres, en cadenas cortas de 1 a 10 aminoácidos conocidos

oligopéptidos, o en cadenas largas con más de 10 aminoácidos llamados polipéptidos.

- b. Formulaciones a base de aminoácidos con reguladores de crecimiento:** Son compuestos orgánicos que promueven inhiben o modifican varios procesos fisiológicos en las plantas; estos son: auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico y etileno
- c. Formulaciones a base de aminoácidos con nutrientes:** Incluyen fertilizantes de nitrógeno, fósforo y potasio en dosis bajas, por lo que se debe realizar aplicaciones complementarias de fertilizantes tradicionales.
- d. Formulaciones a base de aminoácidos con vitaminas:** Pueden contener varios paquetes de vitaminas ya que las plantas pueden sintetizarlas. Las vitaminas poseen funciones catalizadoras y reguladoras en metabolismo celular.
- e. Formulaciones combinadas:** Incluyen formulaciones a base de ácidos, vitaminas aminoácidos, nutrientes y reguladores de crecimiento.
- f. Formulaciones húmicas:** Son formulaciones líquidas con sustancias húmicas derivadas de la lignina y celulosa, formados por cadenas de propanil benceno con cadenas alifáticas laterales en las que hay grupos reactivos carboxílicos, quinónicos, oxhidrilos, etc. Son empleadas para incrementar la absorción y asimilación de los nutrientes minerales, de tal forma que actúan sobre el cultivo incrementando el vigor, rendimiento y calidad de la producción.
- g. Formulaciones a partir de algas:** Son bioestimulantes presentes en las células del alga marina fresca, eckloniamaxima. Además, contiene 60 o más minerales y algunos reguladores de crecimiento de plantas. Sin embargo, no es un fertilizante completo ya que regula el nitrógeno y potasio, pero tiene bajas cantidades de fósforo.

2.2.6 Actualidad de los fitorreguladores

Palazón (2014) menciona que dentro del mercado a los fitorreguladores se los estima con un valor entre 200 y 400 millones de euros con un crecimiento de

aproximadamente el 10% anual, además existe una inversión entre el 3 y 10% de la facturación de grandes empresas que invierten en la investigación de estos en busca de nuevas alternativas logrando así una mayor implicación con la comunidad científica.

2.3 Generalidades de los componentes del primer fitorregulador

2.3.1 Brasinoesteroides

Hernández y García (2016), mencionan que dentro de la agricultura los brasinosteroides son compuestos naturales promisorios y óptimos para el uso en la protección y aumento en la producción del cultivo. Este generalmente se extrae del polen, hojas, yemas, flores y semillas de las plantas y tiene la capacidad de estimular el crecimiento de las plantas promoviendo una más adecuada germinación, rizo génesis, floración, senescencia, abscisión y maduración de la misma.

2.3.2 Triacontanol

Naeem et al. (2011) mencionan que el triacontanol es un regulador de crecimiento natural ubicado en las ceras epicuticulares de la cera de abeja, usado en Asia en cultivos que tienen un volumen de millones de hectáreas promoviendo en la planta un mayor crecimiento, mejorando rendimientos, promoviendo síntesis de proteínas y fotosíntesis entre otros.

2.4 Generalidades de los componentes del segundo fitorregulador.

2.4.1 Forclorfenuron

Cruz et al. (2002) mencionan que con la aplicación de forchlorfenuron en diferentes fechas durante la floración generalmente tiene una influencia positiva en cuanto al tamaño original del fruto, además en el cultivo se puede observar una mayor rapidez en la abertura de los ovarios de las flores teniendo una mayor longitud diámetro y peso logrando al final un fruto de mayor valor comercial.

2.4.2 Zinc

Bloodnick (2017) menciona que el zinc es un micronutriente esencial en la planta, generalmente la deficiencia o exceso de este elemento es muy poco común, pero en caso de existir puede llegar a afectar negativamente en el desarrollo y calidad del cultivo. Dentro del tejido foliar la cantidad de este está entre los 15 y 60 ppm.

2.4.3 Magnesio

Considerado como el elemento olvidado dentro de la agricultura; dentro de los cultivos de producción intensiva la deficiencia de este elemento es considerada como uno de los principales factores limitantes en los sistemas que poseen una producción intensiva en especial en especial en los suelos que son fertilizados únicamente con macro elementos primarios (Cakmak y Yazici, 2010).

2.4.4 Hierro

Sobitec (2017) menciona que el hierro es un elemento esencial para la biosíntesis de clorofila dentro de la planta generalmente funciona como catalizador enzimático de algunas reacciones bioquímicas de la misma, la deficiencia de este elemento se identifica una clorosis en las hojas jóvenes pero la nervadura conserva su color verde; una deficiencia leve o moderada de este elemento puede afectar directamente en la producción y calidad del cultivo, así mismo el exceso de este no suele producir toxicidad.

2.4.5 Boro

El boro es uno de los micro elementos esenciales para el desarrollo vegetativo de la planta siendo importante en la formación del tubo polínico y en la fertilidad del polen, dentro de la planta este elemento promueve al desarrollo de la zona apical del tallo, de la raíz y en la síntesis de hormonas, su deficiencia tiene como consecuencia una disminución representable en el rendimiento del cultivo (Castellanos, 2015).

2.4.6 *Monosacáridos reductores*

Los monosacáridos son azúcares que forman los carbohidratos, dentro de la planta estos mantienen una actividad funcional aportando energía, formando parte estructural de cada uno de las partes de la planta como en el caso de los tallos y almacenando reservas de energía dentro de la misma en caso de requerir de estas en un futuro (López, 2016).

CAPÍTULO III

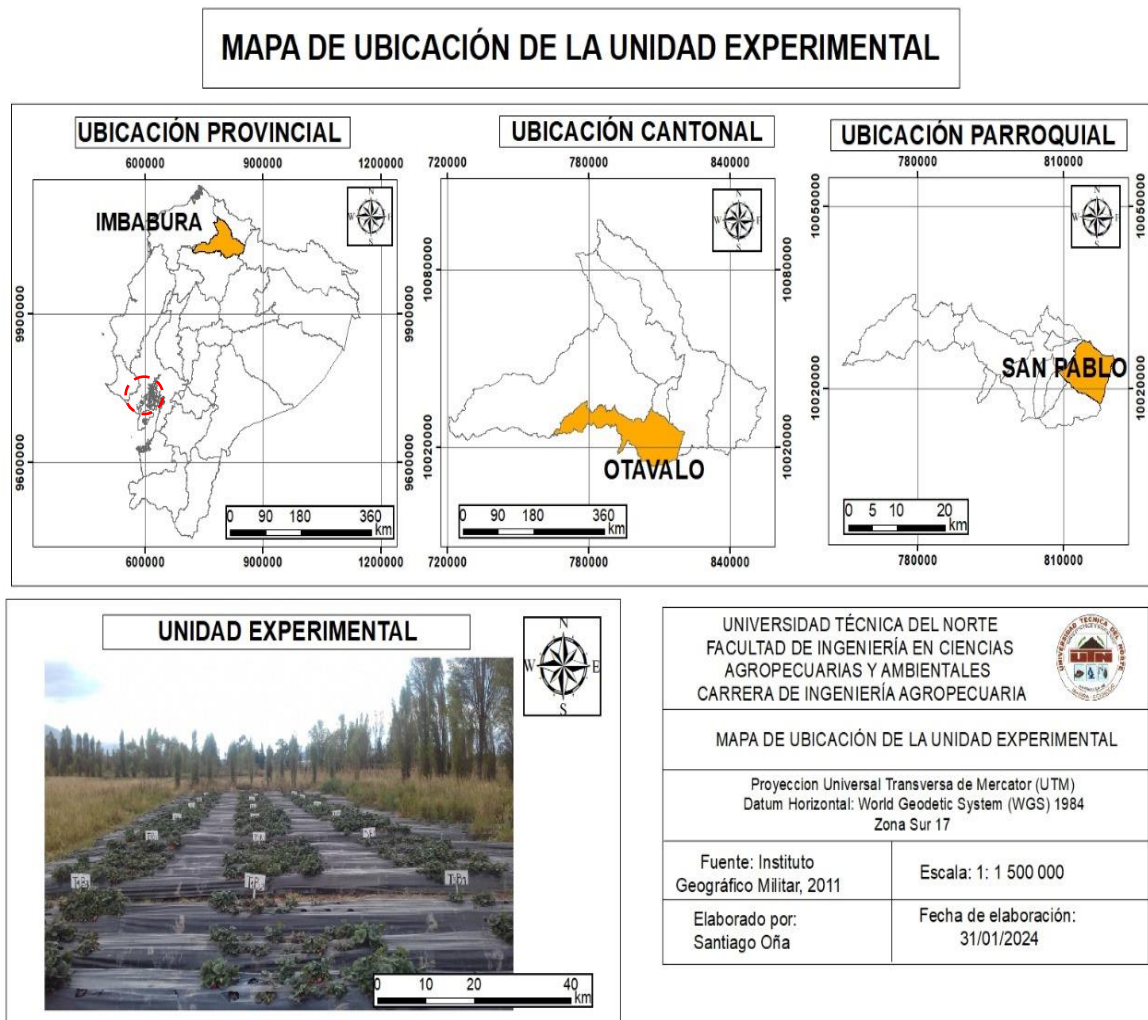
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Caracterización del área de estudio

La presente investigación se desarrolló en el Sector de Río Itambi, parroquia San Pablo del Lago, cantón Otavalo, Provincia de Imbabura en las siguientes coordenadas geográficas (0.191481, -78.204793) como muestra la (Figura 1).

Figura 1

Imagen referencial del lugar donde se implementó la investigación de la aplicación de fitorreguladores en el cultivo de fresa (Fragaria vesca L.)



3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas

En la tabla 2 mostrada a continuación, indica todos los elementos que se usaron en la investigación.

Tabla 2

Materiales, insumos y herramientas utilizados durante la fase de investigación.

| Materiales | Insumos | Herramientas |
|-------------------|----------------------------|--------------|
| Baldes plásticos | Fitorreguladores | Azadón |
| Plástico | Plantas de fresa variedad. | Pala |
| Cinta de goteo | Monterrey | Bomba de |
| Manguera | Fertilizantes | fumigar |
| Calibrador manual | Fungicidas | |
| | Insecticidas | |
| Flexómetro | | |
| Mascarilla | | |
| Botas de caucho | | |
| Estacas | | |
| Letreros | | |
| Piolas | | |

3.3 Métodos

La investigación se realizó en un cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L.) nuevo en el cual cada una de las variables fueron evaluadas durante la temporada de cosecha.

3.3.1 Factor en estudio.

Las variables a evaluar estuvieron enfocadas en la aplicación foliar de dos fitorreguladores con distintas dosis, las mismas que tuvieron la finalidad de obtener una mejor calidad de fruto destacando los siguientes parámetros: rendimientos, tamaño, contenido de azúcares y la rentabilidad de la producción de fresa.

3.3.2 Tratamientos.

Los tratamientos se enfocaron netamente en la aplicación foliar de dos fitorreguladores cada uno a tres dosis las cuales tuvieron una mayor, una menor y la

recomendada sumado a un testigo el cual no tuvo ningún tipo de aplicación foliar de ningún componente adicional (Tabla 3).

Tabla 3

Tratamientos a evaluar con sus respectivas dosis de aplicación de los fitorreguladores

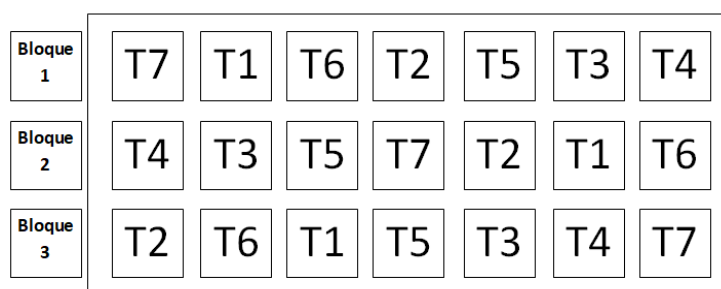
| Tratamientos | Descripción |
|--------------|--|
| T1 | Forclorfenuron 13.3 ppm |
| T2 | Forclorfenuron 20 ppm |
| T3 | Forclorfenuron 26.7 ppm |
| T4 | Triacantanol 6.6 ppm más Brasinoesteroides 0.20 ppm |
| T5 | Triacantanol 10 ppm más Brasinoesteroides 0.30 ppm |
| T6 | Triacantanol 13.3 ppm más Brasinoesteroides 0.40 ppm |
| T7 | Testigo (Sin aplicación) |

3.3.3 Diseño experimental.

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) como muestra la

Figura 2

Esquema del diseño de bloques completos al azar de la aplicación de dos fitorreguladores en el cultivo de fresa (Fragaria vesca L.).



3.3.3.1 Características del experimento.

- Tratamientos: 7
- Bloques: 3
- Número de unidades experimentales: 21
- Área total del ensayo: 472.44 m² (12.40 m x 38.1 m)

3.3.3.2 Características de la unidad experimental: El experimento se realizó en un cultivo nuevo y se designó que cada unidad experimental conste de 4 camas, cada una con 12 plantas con un total de 48 por repetición y se escogieron todas las plantas del área neta para medir cada una de las variables (Tabla 4).

Tabla 4

Características de la unidad experimental de la investigación del estudio realizado en San Pablo.

| Datos | Medidas |
|-------------------------------|--|
| Largo | 12.40 m |
| Ancho | 38.10 m |
| Área total del ensayo | 472.44 m ² (12.40 m x 38.1 m) |
| Área neta del ensayo | 195.16 m ² |
| Largo de cama | 2.80 m |
| Ancho de cama | 0.70 m |
| Separación entre camas | 0.50 m |
| Separación entre tratamientos | 1.00 m |

3.3.4 Análisis estadístico.

Para el análisis estadístico se utilizó el software InfoStat versión 2020, a través de análisis de varianza con pruebas de medias LSD Fisher ($\alpha=0.05$), si se cumplen los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza. En caso de no cumplirse se realizaron los análisis de datos no paramétricos de Kruskal Wallis. (Tabla 5).

Tabla 5

Análisis de varianza (ADEVA) de la investigación de la aplicación de fitorreguladores en el cultivo de fresa (Fragaria vesca L.)

| Fuentes de Variación | GL |
|-----------------------------|------------------|
| Total | (t x B)-1 (20) |
| Tratamientos | (t -1) (6) |
| Bloques | (B -1) (2) |
| E. exp | (t-1) (B-1) (12) |

3.4 Variables a evaluar

3.4.1 Días hasta el inicio de la cosecha.

Se contabilizaron los días transcurridos desde el trasplante hasta cuando los frutos de fresa presentaron un estado de madurez fisiológica con una coloración rojiza en las tres cuartas partes del fruto que es la coloración óptima para iniciar la cosecha (Ibadango, 2017).

3.4.2 Diámetro promedio de fruto

Se tomaron un total de 100 frutos durante todo el ciclo de la cosecha de cada una de las unidades experimentales los cuales fueron medidos en la zona ecuatorial con un calibrador manual, a continuación, cada resultado fue sumado y finalmente promediados y se obtuvo el diámetro promedio de estas muestras recogidas (Sánchez, 2022).

3.4.3 Clasificación de frutos.

Se tomaron muestras de 300 frutos al azar durante el ciclo de cosecha de cada una de las unidades experimentales los mismos que fueron clasificados en cinco categorías de acuerdo al diámetro obtenido en la zona ecuatorial. La clasificación será en base a la (Norma Técnica Colombiana 4103[NTC], 2012).

3.4.4 Número de frutos de la parcela neta

Se contaron el número de frutos de las plantas de la parcela neta en cada una de las unidades experimentales. El conteo de los mismos se lo realizó en cada cosecha y al final se sumaron el total de los frutos obtenidos (Ibadango, 2017).

3.4.5 Rendimientos

Se pesaron todos los frutos cosechados de la parcela neta de cada una de las unidades experimentales con una balanza (CAMRY) y los rendimientos obtenidos se transformaron a kg/ha y los resultados se expresaron en kg (Pérez, 2020).

3.4.6 Contenido de grados Brix.

Se tomaron muestras al azar de 5 frutos cosechados en cada una de las unidades experimentales. Las mismas fueron llevadas al laboratorio en una funda plástica debidamente señalada para el análisis de grados Brix según la metodología propuesta por INEN 2337 (Norma técnica Ecuatoriana, 2008).

3.4.7 Análisis económico

Se realizó un análisis de costo beneficio de acuerdo al costo de cada kilogramo con referencia a los costos sugeridos tanto en campo como venta al público. (Pérez, 2020).

3.5 Manejo específico del experimento

La instalación del ensayo se realizó en un cultivo nuevo en un lote ya elegido en el cual se procedió a implementar la investigación.

3.5.1 Toma de muestras y análisis de suelo

Se realizó un muestreo de suelo del lote y se procedió a enviar el mismo para su respectivo análisis.

3.5.2 Arado y rastrado

Se procedió a realizar el arado y rastrado del lote para poder realizar el alzado de camas.

3.5.3 Abonado y fertilización química

Se procedió al abonado y a la fertilización del lote en base a los resultados obtenidos del análisis de suelo realizado anteriormente. Las aplicaciones se las dividió en aplicaciones vía fertirriego previo al trasplante y ya en el ciclo de desarrollo vegetativo de la planta

Tabla 6

Fertilizantes utilizados en la fertilización con su respectiva dosis sugerida en el análisis de suelo.

| Producto | Dosis (kg ha⁻¹) |
|--------------------|-----------------------------------|
| 18-46-0 | 50 |
| Sulfato de Amonio | 200 |
| Urea | 200 |
| Sulfato de potasio | 150 |
| Nitrato de amonio | 150 |

3.5.4 Elaboración y acolchado de camas

Se procedió a realizar cada una de las camas de cada una de las unidades experimentales con las medidas detalladas anteriormente y se colocó el plástico para luego realizar el hoyado en el cual se realizó posteriormente la siembra.

3.5.5 Adquisición y trasplante de plántulas:

Las plántulas fueron adquiridas en la empresa certificada Agro 21 y posteriormente se procedió trasplantar cada una de las mismas en lugares designados con una previa desinfección tanto del suelo como de las plantas y seguido a esto se las procedió a regar

3.5.6. Delimitación de parcelas:

Se procedió a delimitar con estacas y a identificar con rótulos cada uno de los tratamientos en estudio en los cuales se dio a conocer el número de tratamiento y número de bloque correspondiente.

3.5. 7 Implementación de tratamientos:

Se procedió a la aplicación de cada uno de los fitorreguladores con sus respectivas dosis y siguiendo las especificaciones de uso de cada uno de los mismos los cuales tuvieron las siguientes especificaciones

3.5.7.1 Triacantanol más Brasinoesteroides: La aplicación foliar de los tratamientos designados con estos componentes inició después de los 21 del trasplante y con intervalos de 21 días hasta el inicio de la cosecha, ya en la misma se realizaron aplicaciones periódicas cada 28 días.

3.5.7.2 Forclorfenuron: La aplicación foliar de los tratamientos designados se dio al inicio de la floración con intervalos de 15 días hasta el inicio de la cosecha, ya en esta se realizó aplicaciones periódicas de cada 28 días.

3.5.8 Labores culturales

Cada dos semanas se procedió a la limpieza manual de los agujeros del cultivo eliminando las hierbas malas. Además, se limpió periódicamente los caminos de las parcelas correspondientes al ensayo; el riego se lo realizó dependiendo de las precipitaciones que se dieron en el lapso de la fase de campo.

3.5.9 Cosecha

La cosecha de los frutos se la realizó a partir del cuarto mes aproximadamente, por un tiempo aproximado de cuatro meses dentro de esta se procedió a la clasificación de frutos los mismos que fueron utilizados para la evaluación de cada una de las variables propuestas.

3.5.10 Comercialización

Cada uno de los frutos se los comercializó de acuerdo al valor que se obtuvo ahí seguido de esto se realizó el análisis de beneficio costo de cada uno de los tratamientos y se obtuvo el resultado del tratamiento óptimo para la fertilización con fitorreguladores de la fresa.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Días hasta el inicio de la cosecha

Los datos obtenidos de cada uno de los tratamientos fueron analizados estadísticamente, la cual se observa el análisis de varianza para la variable de los días hasta el inicio de la cosecha. Mediante el análisis de varianza se aprecia una diferencia significativa en los tratamientos empleados en la presente investigación, por lo que se procedió a realizar la prueba de Fisher al 5%, además se obtuvo un coeficiente de variación de 4.64% lo que detalla una mínima variación en los resultados obtenidos (Tabla 7).

Tabla 7

ADEVA de la variable de días hasta el inicio de la cosecha del cultivo de fresa (Fragaria vesca L.) con la aplicación de tres dosis de dos fitorreguladores.

| F.V | GLT | GLE | F-value | p-value |
|-------------|------------|------------|----------------|----------------|
| (Intercept) | 1 | 12 | 380380.56 | <0.0001 ** |
| Tratamiento | 6 | 12 | 308.65 | <0.0001 ** |

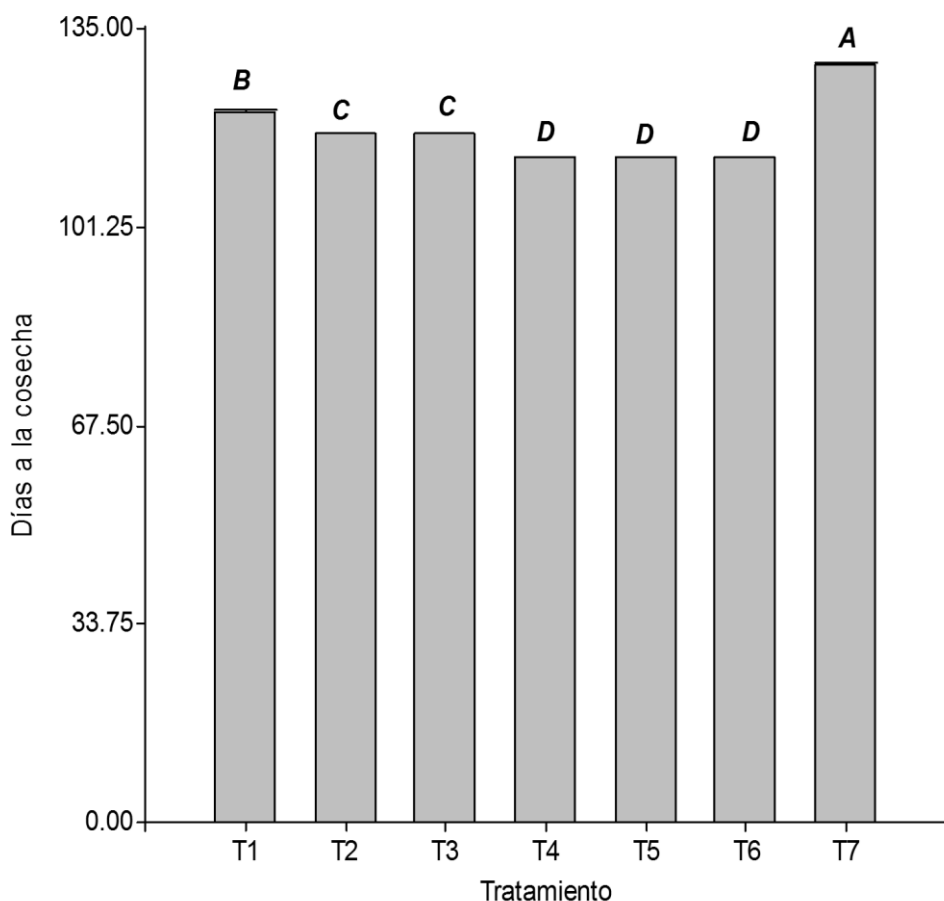
CV= 4.64

Nota: ** Significativo al 5%

En cada uno de los resultados expresados en la figura 3 de los diferentes tratamientos se observa que en T4, T5 y T6 hubo una aceleración en el desarrollo de la planta y por efecto se inició la cosecha con un rango de tiempo menor con respecto a los tratamientos restantes independientemente de la dosis aplicada pero tomando en consideración que los mismos fueron realizados con la aplicación de triacotanol más brasinosteroides; se obtuvo un promedio de cuatro días de ventaja con respecto a T2 y T3, ocho días de ventaja con respecto a T1 tratamientos aplicados con forclorfenuron y 15 días de ventaja con respecto a T7 que fue el testigo sin aplicación.

Figura 3

Días al inicio de la cosecha del cultivo de fresa (Fragaria vesca L.) con las distintas dosis de aplicación foliar de distintas dosis de fitorreguladores, rangos obtenidos según la prueba de Fisher 5%



Cabrera et al. (2011) mencionan que con la aplicación foliar de triacotanol (5.8 ppm) más brasinoesteroides (19.2 ppm) en un cultivo de pimiento se obtuvo un más rápido desarrollo de la planta ya que, se observó que a los 72 días después del trasplante inició la maduración y posterior cosecha de los primeros frutos, a diferencia del testigo que se dio a partir de los 78 días; situación similar que se pudo analizar en la investigación presente, debido a que la cosecha de T4, T5 y T6 se inició a los 113 días y T7 inició a los 128 días posteriores al trasplante.

Dentro de los tratamientos aplicados con forclorfenuron de la nuestra investigación, la cosecha de T2 y T3 inició a los 117 días, T1 a los 120 días y

finalmente T7 inició la cosecha a los 128 días posteriores al trasplante, algo que no sucedió en la investigación Eng (2007), pues menciona que con la aplicación de forclorfenuron con una concentración mayor a 50 ppm en la época de floración en el cultivo de sandía, se dio un retraso de 20 días, en la cosecha con respecto al testigo, el cual se comenzó a partir de los 95 días después del trasplante pero tomando en cuenta que el realizó una sola aplicación en el ciclo de floración.

4.2 Diámetro de fruto

Los datos obtenidos de los 100 frutos al azar durante el ciclo de cosecha para la variable del diámetro del fruto se los puede apreciar en la tabla 8, se observa el análisis de varianza realizado para la variable de diámetro de fruto. Mediante el análisis de varianza se aprecia una diferencia significativa al 5% por lo que se procedió a realizar la prueba de Fisher al 5%. Además, se obtuvo un coeficiente de variación de 12.75% que demuestra que hubo una variabilidad en los resultados obtenidos.

Tabla 8

ADEVA de la variable de diámetro de fruto del cultivo de fresa (Fragaria vesca L.) con la aplicación de tres dosis de dos fitorreguladores.

| F. V | GLT | GLE | F-value | p-value |
|-------------|------------|------------|----------------|----------------|
| (Intercept) | 1 | 12 | 163324.69 | <0.0001** |
| Tratamiento | 6 | 12 | 93.47 | <0.0001** |

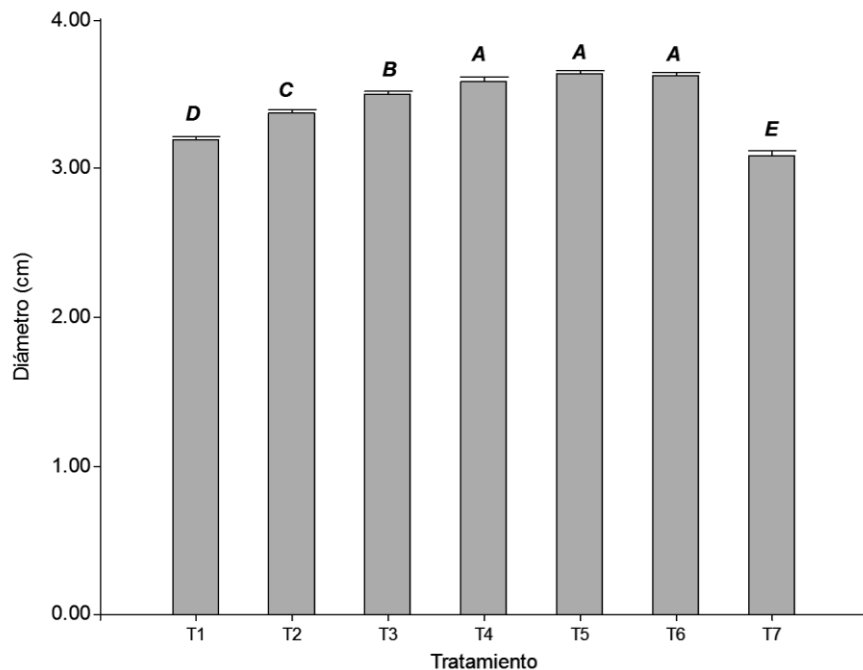
CV= 12.75

** Significativo al 5%

En la figura 4, muestra los resultados obtenidos en la variable de diámetro de fruto en cada uno de los tratamientos se observa T4, T5 y T6 no difieren estadísticamente y promovieron una mayor eficacia en cuanto a la obtención del valor del diámetro promedio durante el tiempo de cosecha en el lote independientemente de la dosis aplicada con respecto a los tratamientos restantes.

Figura 4

Diámetro de fruto, rangos según la prueba de Fisher 5%



Solís (2020), menciona que con la aplicación foliar de triacantanol (5.8 ppm) más brasinoesteroides (19.2) ppm en el desarrollo vegetativo del cultivo de pimiento, en la temporada de cosecha obtuvo en promedio un diámetro de 7.2 cm en su fruto, de igual manera con dosis igual manera con la aplicación foliar de triacantanol (8.8 ppm) más brasinoesteroides (28.8 ppm) obtuvo un diámetro de 8.1 cm, con respecto al testigo que no tuvo ningún tipo de aplicación en el cual obtuvo un diámetro promedio de 6.8 cm en sus frutos; resultados que concuerdan con la presente investigación, debido a que en los tratamientos que tuvieron la aplicación de triacantanol más brasinoesteroides sumado a que a mayor dosis hubo un mayor diámetro de fruto; obteniendo diámetros promedio de 3.59 cm (T4), 3.63 cm (T5) y 3.64 cm (T6) con respecto al testigo (T7) que se obtuvo un diámetro promedio de fruto de 3.09 cm.

Por su parte Aranda (2022), en su investigación comprobó que al realizar dos aplicaciones de forclorfenuron (3 ppm) 40 días previos a la floración en el cultivo de uva con intervalos de 8 días obtuvo frutos con un diámetro promedio en la zona ecuatorial de 2.26 cm y en el testigo obtuvo frutos con un diámetro promedio de 2.25

cm sin obtener una ningún tipo de diferencia por lo que se concluyó que la dosis aplicada no fue suficiente para obtener resultados significativos. En el caso de Cano (2018) en su investigación afirma que en el cultivo de arándano con la aplicación de forclorfenuron (12.5 ppm) pudo obtener frutos con un calibre promedio de 1.6 cm y con una dosis de 25 ppm obtuvo un calibre promedio de 1.2 cm a diferencia del testigo que obtuvo un calibre de 0.8 cm, concluyendo así que no se necesita de una dosis demasiado elevada obtener frutos de un calibre mayor. Algo que la presente investigación contrarresta debido a que con la aplicación de forclorfenuron se obtuvo frutos de 3.20 cm (T1), 3.38 cm (T2) y 3.50 cm (T3) debido a que al existir una mayor dosis de aplicación existe un mayor diámetro en la zona ecuatorial del fruto de fresa con respecto al T7 que posee un diámetro promedio 3.09 cm

4.3 Calibre

Los resultados expuestos en la tabla 9 indican los 300 frutos tomados al azar y clasificados durante el periodo de la cosecha de acuerdo a los rangos solicitados por la NTC.

Tabla 9

Número de frutos de acuerdo al calibre de fruto del cultivo de fresa (Fragaria vesca L.) clasificados de acuerdo a la NTC.

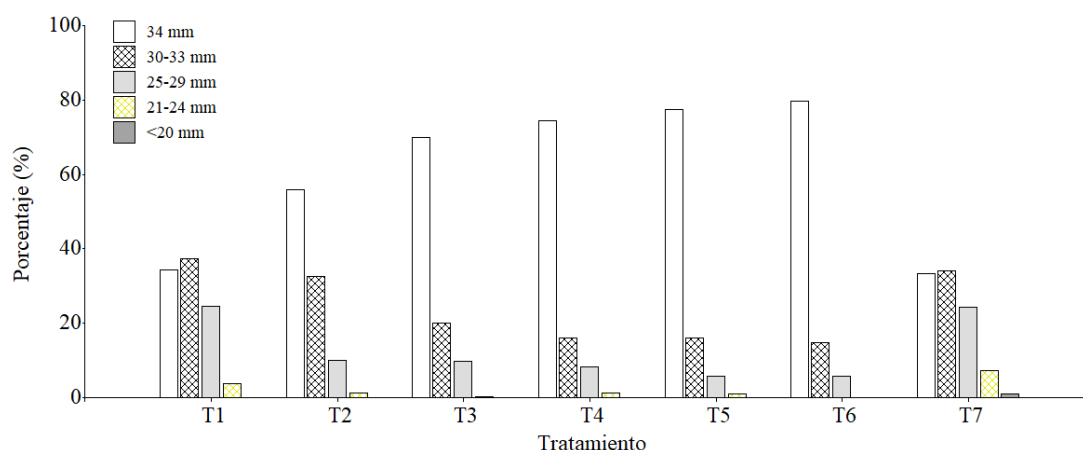
| Tratamiento | A | B | C | D | E | Total |
|-------------|-----|-----|----|----|---|-------|
| T1 | 103 | 112 | 74 | 11 | 0 | 300 |
| T2 | 168 | 98 | 30 | 4 | 0 | 300 |
| T3 | 210 | 60 | 29 | 1 | 0 | 300 |
| T4 | 223 | 48 | 25 | 4 | 0 | 300 |
| T5 | 232 | 48 | 17 | 3 | 0 | 300 |
| T6 | 239 | 44 | 17 | 0 | 0 | 300 |
| T7 | 100 | 102 | 73 | 22 | 3 | 300 |

En la figura 5, se puede observar el porcentaje de frutos obtenidos de acuerdo al calibre correspondiente. Existe una mayor eficacia en T3, T4, T5 y T6 con respecto a los demás tratamientos debido a que los mismos tienen sus frutos con un diámetro

mayor a 35 mm que es son los de mayor calibre; así mismo se puede observar que en T1 y T7 no existe un porcentaje bastante bajo y con calibres mas uniformes.

Figura 5

Porcentaje de clasificación de acuerdo al calibre de fruto del cultivo de fresa (Fragaria vesca L.) con la aplicación de tres dosis de dos fitorreguladores.



Según la NTC (2012) los parámetros de medida para cumplir con una categoría determinada los frutos de fresa deben cumplir con el siguiente diámetro ecuatorial: A superior a 34 mm, B desde los 30 mm a 33 los mm, C desde los 25 mm a los 29 mm, D desde los 21 mm hasta los 24 mm, E inferior a los 20 mm, En este caso se puede observar que con T3 tratado con forclorfenuron, T4, T5 y T6 tratamientos realizados con triacantanol más brasinoesteroides; se obtiene más del 75% de los frutos tipo A con frutos de diámetro mayor a los 34 mm y los tratamientos más uniformes son T7 y T1, teniendo mayoría de frutos tipo B y tipo C; un dato similar a los frutos obtenidos por Ibadango (2017), pues en su investigación la cual tuvo con un manejo convencional; en la temporada de la cosecha de la fresa variedad Monterrey el promedio de diámetro obtenido en sus frutos fue 28 mm (tipo C).

4.4 Números de frutos en la parcela neta

En la tabla 10 se observa el análisis de varianza realizado para la variable de número de frutos de la parcela neta los mismos que se obtuvieron durante el tiempo de cosecha. Mediante el análisis de varianza se aprecia una diferencia significativa al 5%

entre cada uno de los tratamientos por lo que se procedió a realizar la prueba de Fisher al 5%. Además, se obtuvo un coeficiente de variación de 10.76 en los mismos.

Tabla 10

ADEVA de la variable de número de frutos por parcela neta.

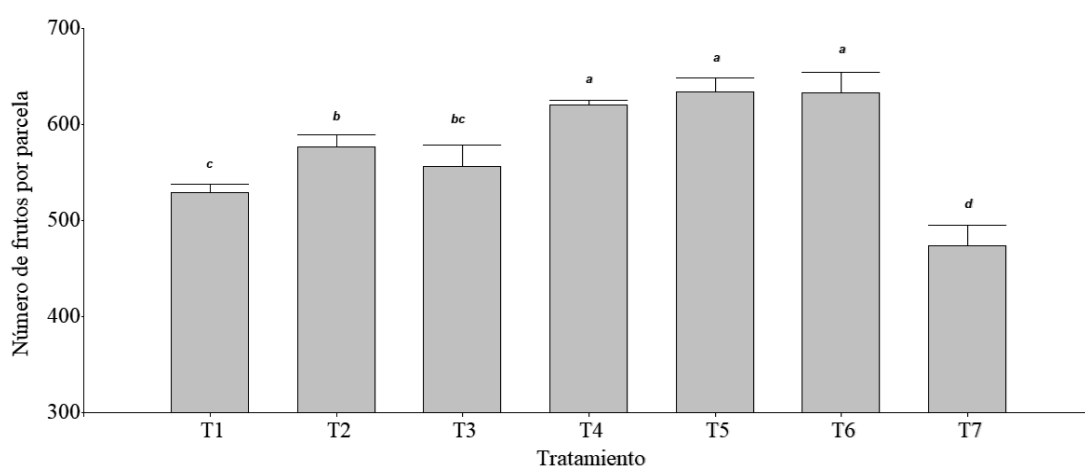
| F. V | GLT | GLE | F-value | p-value |
|-------------|-----|-----|---------|-----------|
| (Intercept) | 1 | 12 | 2914.16 | <0.0001** |
| Tratamiento | 6 | 12 | 19.25 | <0.0001** |

CV= 10.76
 ** Significativo al 5%

La figura 6 muestra que se cosechó una mayor cantidad de frutos de la parcela neta en T4, T5 Y T6 con respecto a los demás tratamientos durante todo el tiempo de cosecha siendo mínimamente más efectivo T5.

Figura 6

Número de frutos cosechados en la parcela neta del cultivo de fresa (Fragaria vesca L.) con la aplicación de tres dosis de dos fitorreguladores.



Orrala (2015), en su investigación, menciona que con la aplicación foliar de triacantanol (5.8 ppm) más brasinoesteroides (19.2 ppm) en el cultivo de sandía en el desarrollo vegetativo al momento de la cosecha obtuvo en promedio 2.5 frutos por

planta a diferencia del testigo que obtuvo 0.7 frutos por planta. Tomando en cuenta estos antecedentes observamos que en T5 se obtuvo un promedio de 633.67 frutos y T6 632.37 frutos durante la cosecha con respecto a T7 que se obtuvo en promedio 474 frutos.

Igualmente, Gómez (2007) menciona que con la aplicación de forclorfenuron (100 ppm) en la temporada de floración del cultivo de sandía, al momento de la cosecha tuvo mayor número de frutos con un promedio de 5.05 frutos con respecto al testigo que se obtuvo 2.64 frutos; valores que concuerdan con la presente investigación, debido a que se observó que con la aplicación de forclorfenuron se obtuvo un total de 528.67 frutos (T1), 556.33 frutos (T3), 576.67 frutos (T2) a diferencia del testigo que se obtuvo un promedio de 474 frutos.

4.5 Rendimientos

En la tabla 11 se observa el análisis de varianza realizado para la variable de número de frutos de la parcela neta. Mediante el análisis de varianza se aprecia una diferencia significativa al 5% entre cada uno de los tratamientos por lo que se procedió a realizar la prueba de Fisher al 5%, además se obtuvo con un coeficiente de variación de 10.47%.

Tabla 11

ADEVA de la variable de peso de frutos.

| F. V | GLT | GLE | F-value | p-value |
|-------------|------------|------------|----------------|----------------|
| (Intercept) | 1 | 12 | 5053.44 | <0.0001** |
| Tratamiento | 6 | 12 | 153.25 | <0.0001** |

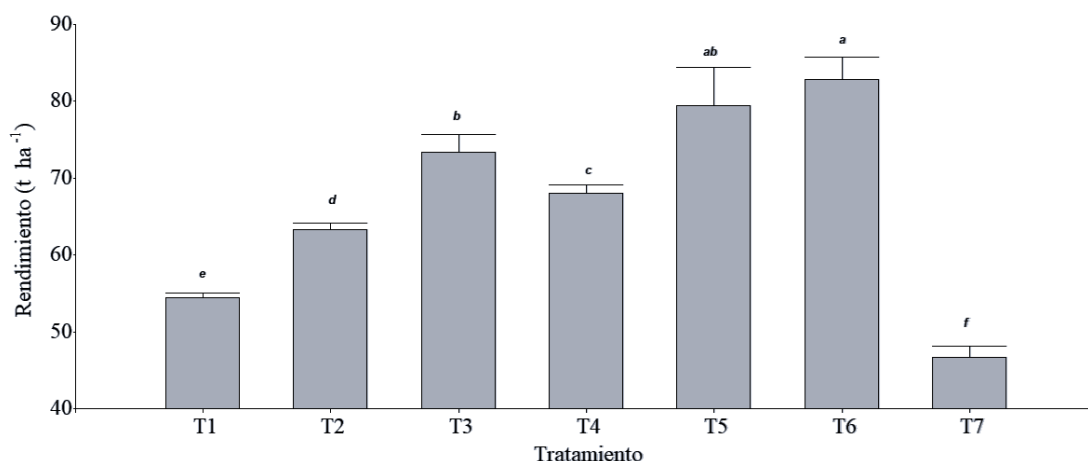
CV= 10.47

** Significativo al 5%

En la figura 7 se observa que existe un mejor rendimiento durante el ciclo de cosecha en T6 con respecto a los tratamientos restante, así mismo existe una mínima diferencia en cuanto al rendimiento de T5.

Figura 7

Peso de frutos cosechados en valor de t/ha del cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L.) con la aplicación de tres dosis de dos fitorreguladores.



Solís (2020) comprobó en el cultivo de pimiento que con la aplicación foliar de triacantanol (5.8 ppm) más brasinoesteroides (19.2 ppm) durante el desarrollo vegetativo obtuvo rendimientos de hasta 15421 kg ha⁻¹ con respecto al testigo sin aplicación que obtuvo 13697 kg ha⁻¹. Dentro de la presente investigación existe una diferencia significativa en cuanto a la aplicación de triacantanol más brasinoesteroides ya que T6 tuvo un rendimiento 82,89 t ha⁻¹ y T5 tuvo un rendimiento de 79.38 t ha⁻¹ y T4 tuvo un rendimiento de 73.33 t ha⁻¹ con respecto a T7 con un rendimiento de 46.65 t ha⁻¹ demostrando que al existir una mayor dosis de aplicación se va a obtener mayores rendimientos.

Algo similar comprobó Huerta (2023) en el cultivo de arándano con dos aplicaciones de forclorfenuron (1ppm) en temporada de pre floración obtuvo un rendimiento de 1.811 kg durante la cosecha y 1.132 kg para el tratamiento que no tuvo ningún tipo de aplicación; datos similares obtenidos a los tratamientos que tuvieron la aplicación de forclorfenuron; pues se obtuvo los siguientes rendimientos 54.41 t ha⁻¹ (T1), 62.26 t ha⁻¹ (T2) y 73.33 t ha⁻¹ (T3) con respecto al T7 que obtuvo 46.56 t ha⁻¹.

Paucar (2022) menciona que en su producción de fresa que con un sistema de siembra convencional obtuvo una producción promedio de 43.9 t ha⁻¹, un valor similar al testigo pues se obtuvo una producción de 46.8 t ha⁻¹.

4.6 Grados Brix

En la tabla 12 se observa el análisis de varianza realizado para la variable de Grados Brix. Una vez realizado el análisis de varianza se observa que no existe una diferencia significativa al 5% entre cada uno de los tratamientos, también se ha obtenido un coeficiente de variación de 8.99% por lo que se reafirma que existe una variación mínima en los resultados.

Tabla 12

ADEVA de la variable de días a la cosecha

| F.V | GLT | GLE | F-value | p-value |
|-------------|------------|------------|----------------|----------------|
| (Intercept) | 1 | 12 | 1515.99 | <0.0001 ** |
| Tratamiento | 6 | 12 | 0.47 | 0.8201 NS. |

CV= 8.99
 ** Significativo al 5%
 NS. No significativo

Los resultados expuestos en la tabla 13 indican que los resultados no difieren estadísticamente, encontrándose todos entre 9.67 y 10.83 °Bx; sin embargo, se observa que T7 tiene un índice de dulzura mayor que T6, T5, T3, y T4 lo que demuestra que la aplicación de fitoreguladores no va incidir directamente en el contenido de dulzura del fruto.

Tabla 13

Medias y rango de la variable de Grados Brix de los frutos obtenidos del cultivo de fresa (Fragaria vesca L.) con la aplicación de tres dosis de dos fitorreguladores.

| Tratamiento | Media |
|--------------------|--------------|
| T2 | 10.83 |
| T1 | 10.50 |
| T7 | 10.42 |
| T6 | 10.25 |
| T5 | 10.17 |
| T3 | 9.92 |
| T4 | 9.67 |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Meléndez (2015) menciona que el contenido de azúcares en los frutos varía mediante algunos factores como: variedad de planta, el clima en el que esta se desarrolla, tipo y frecuencia de riego que se da en el cultivo, el tipo de suelo en el que se encuentra y tiempo de madurez fisiológica que tiene el fruto. Esto valida la diferencia encontrada entre los resultados de esta investigación y los obtenidos por Ibadango (2017), quien menciona que, en la variedad de fresa Monterrey, sembrada en la ciudad de Ibarra, cantón relativamente cercano a Otavalo, obtuvo un promedio de 6.99 °Bx, en comparación con el promedio observado en esta investigación (10.42 °Bx).

De manera similar, varios investigadores mostraron que la aplicación de fitoreguladores no alteró el contenido de grados Brix en diferentes cultivos. Por ejemplo, Illescas., (2019) menciona que con la aplicación foliar de triacantanol (5.8 ppm) más brasinoesteoides (19.2 ppm), durante la fase de desarrollo vegetativo, en el cultivo de sandía, con intervalos de aplicación de 15 días, no encontraron una diferencia significativa en cuanto al contenido de grados brix con respecto a su testigo, teniendo un rango que osciló entre 9.44 y 9.47°Bx. Adicionalmente, Huerta (2023) menciona que en el cultivo de arándano, con la aplicación de forclorfenuron, la cantidad de grados Brix no difiere entre tratamientos, teniendo un promedio de 15 °Bx.

4.7 Análisis Económico

Los beneficios obtenidos en campo fueron producto del valor de la fruta en el campo ($0.80 \$ \text{ kg}^{-1}$), multiplicado por los rendimientos obtenidos con relación a una hectárea de producción. Para el total de los costos que varían se tomó en cuenta todos los materiales e insumos utilizados en la producción de fresa; el valor obtenido fue restado a los beneficios brutos y se consiguieron los datos del costo total los mismo que fueron divididos de los ingresos obtenidos, obteniendo así el valor de B/C como se puede observar en la tabla 14.

Tabla 14

*Tabla de resultados sobre la relación costo beneficio de la investigación del cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L.) con la aplicación de tres dosis de dos fitorreguladores con el precio de venta promedio del kilo en campo.*

| Análisis de B/C en campo | | | |
|---------------------------------|-------------|-------------|-----|
| Tratamiento | Costo total | Ingresos | B/C |
| T1 | \$36.072,00 | \$43.528,00 | 1.2 |
| T2 | \$36.165,50 | \$50.608,00 | 1.4 |
| T3 | \$36.259,50 | \$58.664,00 | 1.6 |
| T4 | \$36.006,00 | \$54.464,00 | 1.5 |
| T5 | \$36.220,50 | \$63.504,00 | 1.8 |
| T6 | \$36.435,00 | \$66.312,00 | 1.8 |
| T7 | \$35.791,50 | \$37.248,00 | 1.0 |

Del beneficio costo realizado con el valor del kilogramo en campo se puede observar que existe una rentabilidad diferenciada en cada uno de los tratamientos siendo T5 y T6 los más rentables con un B/C de 1.8, con respecto al testigo se observa que el B/C da un total de 1.0 y prácticamente no existe margen de ganancia.

Los beneficios obtenidos en campo fueron el producto del valor de la fruta en el mercado ($1.76 \$ \text{ k}^{-1}$) multiplicado por los rendimientos obtenidos con relación a una hectárea de producción. Para el total de los costos que varían se tomó en cuenta todos los materiales e insumos utilizados en la producción de fresa; el valor obtenido fue

restado a los beneficios brutos y se consiguieron los datos del costo total los mismo que fueron divididos de los ingresos obtenidos, obteniendo así el valor de B/C como se puede observar en la tabla 15

Tabla 15

Tabla de resultados sobre la relación costo beneficio de la investigación del cultivo de fresa (Fragaria vesca L.) con la aplicación de tres dosis de dos fitorreguladores con el precio de venta promedio del kilogramo en el mercado.

| Análisis de B/C en el mercado | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------------|-----|
| Tratamiento | Costo total | Ingresos | B/C |
| T1 | \$ 36.072,00 | \$ 95.761,60 | 2.7 |
| T2 | \$ 36.165,50 | \$111.337,60 | 3.1 |
| T3 | \$ 36.259,50 | \$129.060,80 | 3.6 |
| T4 | \$ 36.006,00 | \$119.820,80 | 3.3 |
| T5 | \$ 36.220,50 | \$139.708,80 | 3.9 |
| T6 | \$ 36.435,00 | \$145.886,40 | 4.0 |
| T7 | \$ 35.791,50 | \$ 81.945,60 | 2.3 |

Del beneficio costo realizado con el valor del kilogramo en el mercado se puede notar que existe que existe una rentabilidad diferenciada en cada uno de los tratamientos tomando en cuenta que el costo de cada kilogramo es prácticamente el doble de lo que se puede vender en campo siendo T6 el tratamiento más rentable con un B/C DE 4.0 y el menos rentable T7 con un B/C de 2/3.

Al momento de analizar los B/C de cada uno de los tratamientos tanto de los cálculos realizados con los valores en campo como en el mercado se denota que existe un B/C bastante rentable con excepción de T7 con la venta en campo en el cual prácticamente no se obtiene ganancia con respecto a la inversión realizada. Abad et al. (2020) evidencio que con un sistema de manejo convencional se puede obtener un B/C de 1.59 en la producción de fresa variedad Monterrey pero no existe especificaciones del manejo que se lo dio a la misma tampoco del costo de venta por kilogramo. Sin

Quishpe (2013) en su investigación al realizar un sistema de siembra convencional en el cultivo de fresa se obtuvo un B/C negativo de hasta -2.29 provocando hasta un alto margen de pérdida en el primero año.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Los fitorreguladores aplicados en la investigación incidieron en las características productivas del cultivo de fresa. Cada uno superando al testigo en todas las variables relacionadas a la producción. Sin embargo, los tratamientos que contienen el triacantanol más brasinoesteroides fueron los más efectivos al resto en cuanto al inicio de la cosecha, diámetro y número de frutos.
- Los tratamientos aplicados de triacantanol más brasinoesteroides obtuvieron la mejor producción; resaltando T5 y T6.
- La aplicación foliar de los fitorreguladores no tuvo ningún tipo de incidencia en cuanto al contenido de grados brix en el fruto de la fresa.
- Cada uno de los tratamientos demostró tener una alta rentabilidad tanto con valores del campo como del mercado; a excepción de T7 el cuál demostró que la ganancia no existe ganancia con respecto a la inversión realizada con la comercialización del fruto en campo; sin embargo con la comercialización en el mercado en el cual igual a los tratamientos restantes tuvieron un alta margen de rentabilidad.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar investigaciones con los fitorreguladores utilizados pero en otro tipo de cultivos siguiendo la misma metodología para poder obtener datos más amplios de los beneficios brindados por los mismos dentro de la agricultura.
- Se recomienda realizar aplicaciones a dosis mayores a las investigadas debido a que en la investigación se nota que el rendimiento y calidad incrementa a medida que se incrementa la dosis mayores dosis.

REFERENCIAS

- Abad Abad, C. F., Jiménez Álvarez, L. S., & Capa Mora, E. D. (2020). Efecto de la cubierta (microtúnel) en la productividad de dos variedades de fresa (*Fragaria vesca*) en el sector Cajanuma cantón Loja. Efecto de la cubierta (microtúnel) en la productividad de dos variedades de fresa (*Fragaria vesca*) en el sector Cajanuma ca. *La granja*, 31(1), 131–141.
<https://doi.org/10.17163/lgr.n31.2020.10>
- Agros. (2016). Fresa y el fresón, taxonomía, y descripciones botánicas, morfológicas, fisiológicas y ciclo biológico. Obtenido de <http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/colifor/353-fresa-y-el-freson-descripcion-morfologia-y-ciclo>
- Alcántara, J. A. J. A. (2019). *Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal*. Researchgate.net. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/339847751_Principales_reguladores_hormonales_y_sus_interacciones_en_el_crecimiento_vegetal
- Aqueno, D. (2016). Expresión de expansinas durante el desarrollo y la maduración de frutilla. Obtenido de <http://www.ecofisiohort.com.ar/wp-content/uploads/2010/04/Hormonas-Clase-2-Dr.-Civello.pdf>
- Aranda, P. (2022). PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE [PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE]. Obtenido de <https://repositorio.uc.cl/server/api/core/bitstreams/466c29b9-59ac-42f9-869c-7dbb60770c4e/content>
- Bloodnick, E. (12 de Septiembre de 2017). PROMIX. La función del zinc en el cultivo de plantas. Obtenido de <http://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-funcion-del-zinc-en-el-cultivo-de-plantas/>

- Buriticá, A. (2021). *Importancia del uso de bioestimulantes en los cultivos*. Croper.com. Obtenido de <https://blog.croper.com/que-es-un-bioestimulante-y-que-beneficios-le-aportan-a-tus-cultivos/>
- Cabrera-Medina, M., Borrero-Reynaldo, Y., Rodríguez-Fajardo, A., Angarica-Baró, E. M., & Rojas-Martínez, O. (2011). EFECTO DE TRES BIOESTIMULANTES EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (*CAPSICUM ANNUN, L*) VARIEDAD ATLAS EN CONDICIONES DE CULTIVO PROTEGIDO. *Ciencia en su PC*, 4, 32-42. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181324323003.pdf>
- Cakmak, I., y Yazici, A. (2010). MAGNESIO: EL ELEMENTO OLVIDADO. *Informaciones agronómicas*, 16-19.
- Cano, E. (2018). *“EFECTO DE APLICACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE AGROCIMAX PLUS (CITOQUININA), SOBRE EL RENDIMIENTO DE FRUTA EN ARÁNDANO (*Vaccinium corimbosum L.*) VARIEDAD BILOXI EN LA PROVINCIA DE HUAYLAS-ANCASH”*. Obtenido de https://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2409/T033_46581925_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cantaro, H (2019). *Reguladores de crecimiento en el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) cv. Rondo en la Molina* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Archivo digital Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3893/cantaro-segura-hector-baroni.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castellanos, J. (24 de Marzo de 2015). *AGRICULTORES (RED DE ESPECIALISTAS EN AGRICULTURA)*. El Boro (B), en la nutrición de los cultivos. Obtenido de <http://agriculturers.com/el-boro-b-en-la-nutricion-de-los-cultivos/>
- Chimborazo, L(2014). *Análisis de la producción de fresas y su relación con el nivel de ingresos de los productores de la parroquia de Ambatillo del cantón Ambato en el primer semestre del año 2013*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de

- Ambato].Archivo digital. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/20867/1/T2794i.pdf>
- Chirinos, H. (2000). FERTILIZACION DE FRESA (*Fragaria ananassa*). Obtenido de [http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/69399A4146EAEC0E06256ABF0057DF16/\\$file/Fertilizaci%C3%B3n+de+Fresa.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/69399A4146EAEC0E06256ABF0057DF16/$file/Fertilizaci%C3%B3n+de+Fresa.pdf)
- Contreras,M.(2010). Efecto de la aplicación de CPPU sobre la calidad de fruta en arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.) Cultivas Elliot.[Tesis de pregrado, Universidad de la frontera].Archivo digital. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/efecto-aplicacion-cppu-fruta-arandano-alto/efecto-aplicacion-cppu-fruta-arandano-alto.pdf>
- Cruz, J.G., Woolley, D. J., & Lawes, G., S., (2 de Agosto del 2002). Kiwifruit size and CPPU response are influenced by the time of antesis.*Scientia Horticulturae*, 95(1-2)23-30.
- DE LA ROSA AQUINO, F. (2018). Respuesta de aplicación de brasinoesteroides en tres variedades de papa (*solanum tuberosum*) en el distrito de Yanahuanca provincia de Daniel Alcides Carrión.
- Díaz Ruiz, M. J. (2015). Agromarketing. Bioestimulantes en la agricultura. Obtenido de <http://www.agromarketing30.com/bioestimulantes/>
- Eng, O. (2007). *EFEECTO DE LA CITOQUININA CPPU EN EL AMARRE DE FRUTOS EN SANDÍA (*Citrullus llanatus* (Thunb Mansf) TRIPLOIDE* [UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NAVARRO”]. Obtenido de <https://repositorio.uaaan.mx/bitstream/handle/123456789/2241/tesis%20Omar%20Eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, A., Juárez, A., Palenius, H., Corona, D., y Rocha, E. (20 de Noviembre de 2014). Calidad, comercialización y rentabilidad de fresa en el sistema de producción tradicional y agroecológico en Guanajuato. Obtenido de

<http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero3v10/Artigo%2015%20fresa.pdf>

Gómez, M. (2007). *MEJORA DEL CUAJE DE SANDÍA, MEDIANTE APLICACIÓN DE CPPU A LA FLOR.*

https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_SH%2FSH_2008_16_379_382.pdf

Gómez, M. (2010). Sandía sin semillas obtenida sin polinizar. INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS , 47- 56.

González, A. (2022). *La importancia del uso de bioestimulantes en la mejora de la sostenibilidad de los cultivos.* Alicia María González Céspedes.

Obtenido de <https://www.plataformatierra.es/innovacion/la-importancia-del-uso-de-bioestimulantes-en-la-mejora-de-la-sostenibilidad-de-los-cultivos>

Gutiérrez Cano, A. (2002). El cultivo de fresa en el oriente antioqueño. In IV Seminario Nacional de Frutales de Clima Frío (p. 62). Medellín, Colombia.

Hernández Silva, E., & García Martínez, I. (2016). Brasinosteroides en la agricultura I. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas , 441-450.

Huerta-Mendoza, V., & Jorquera-Fontena, E. (2023). Efecto de la aplicación de CPPU sobre el rendimiento, calidad de fruta y clorofila foliar en arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Blue Ribbon. *Idesia*, 41(3), 35–41. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292023000300035>

Ibadango, F. (2017). “*EFICIENCIA Y RENTABILIDAD DEL SISTEMA HIDROPÓNICO VERTICAL FRENTE AL CONVENCIONAL EN LA PRODUCCIÓN DE TRES VARIETADES DE FRESA (Fragaria vesca L.), EN*

LA GRANJA EXPERIMENTAL YUYUCOCHA, IMBABURA". UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

Illescas, T. (2019). PRODUCCIÓN DE HÍBRIDOS DE SANDÍA TIPO CHARLESTON GREY INJERTADOS SOBRE EL PATRON TETSUKABUTO BAJO DIFERENTES DOSIS DEL BIOESTIMULANTE VITAZYME. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4992/1/UPSE-TIA-2019-0024.pdf>

Larios, F. (2012). *Ecuador: La fresa es un cultivo rentable en Tungurahua*. Agro20.com. <http://www.agro20.com/profiles/blogs/ecuador-la-fresa-es-un-cultivo-rentable-en-tungurahua>

La frutilla es un cultivo rentable. (10 de septiembre de 2011). EL COMERCIO.

López, M. (9 de Diciembre de 2016). Los Carbohidratos en Las Plantas. Obtenido de <https://prezi.com/mjlvms7uwone/los-carbohidratos-en-las-plantas/>

Masagro. (25 de abril de 2017). Masagro. Recuperado el 25 de Noviembre de 2017, de Plantas Californianas. Obtenido de <http://www.masagro.com/service/plantas-californianas/>

MAG. (2007). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado el 2 de febrero de 2016, de Agrocadena de Fresa: Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00070.pdf>

Naeem, M., Khan, M., y Moinuddin. (2011). Journal of Plant Interactions. Triacantanol: un potente regulador del crecimiento de las plantas en la agricultura. Obtenido de <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17429145.2011.619281>

NTC. (2012). Norma técnica colombia . Obtenido de Fresa - Normas de Calidad. Obtenido de <http://interletras.com/manualcci/Frutas/Fresa/Calidad01.htm>

NTE INEN 2337. (2008). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA . Obtenido de JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS .

- Orrala, N. (2015). Evaluación de dosis de nitrógeno en combinación con Vitazyme en el rendimiento de la Sandía, en Sinchal, Provincia de Santa Elena. [Tesis de maestría]. Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Palazón, P. (2014). Investigación y Desarrollo de Ensayos agroalimentarios. Obtenido de http://www.winetech-sudoe.eu/files/04_Pedro_Palazon_Presentacion.pdf
- Paucar, L. (2022). *“Evaluación del rendimiento del cultivo de fresa (Fragaria sp) en las variedades Albión y Monterrey mediante dos sistemas de producción en el Centro Experimental ‘San Francisco’ cantón Huaca, provincia del Carchi. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1687/1/449-%20PAUCAR%20GUAMIALAM%c3%81%20LILIANA%20JOSELYN.pdf>*
- Pérez, Alfredo M., Toffoli, Lucia M., Ruiz, Ana I., Medrano, Norma N., Salazar, Sergio M., & Albornoz, Patricia L.. (2022). Respuesta agronómica y estructural de *Petunia × hybrida* (Solanaceae) ante la aplicación de brasinoesteroides. *Bonplandia*, 31(2), 103-114. <https://dx.doi.org/10.30972/bon.3125931>.
- Pérez, B. (2020). EVALUACIÓN DE TRES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE FRESA (*Fragaria vesca* L.). INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS, COLEGIO DE POSTGRADUADOS.
- Quishpe, J. (2012). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO* [UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5066/6/UPS-YT00157.pdf>

- Saborio, F. (2002). BIOESTIMULANTES EN FERTILIZACIÓN FOLIAR. En M. G. E., Fertilización Foliar: Principios y aplicaciones (págs. 110-119). Memorial.
- Sanipatín H. (2016). Evaluación del efecto de bioestimulante orgánico en la producción de plantines de rosas (*Rosa sp.*) Var Topaz injertos en vivero en el cantón Patate Provincia de Tungurahua [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Archivo digital. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/21122/1/Tesis-125%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20392.pdf>
- Santos M., A. O. (2012). Prácticas Culturales para la Producción Comercial de fresas en Florida. Obtenido de <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS116000.pdf>
- SOBITEC. (18 de Mayo de 2017). SOBITEC PERÚ. Hierro en las plantas. Obtenido de <http://www.sobitecperu.com/hierro-en-las-plantas/>
- Solís, K. (2020). Aplicación de dos bioestimulantes agrícolas en el comportamiento agronómico del pimiento (*Capsicum annum L.*) en el recinto el Deseo, Guayas. Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SOLIS%20SALINAS%20KEVIN%20OSMAR_compressed.pdf
- Soria N. (2011). Evaluación de brasinoesteroides en el cultivo del rosal (*Rosa sp.*) Var. Freedom en el cantón Patate Provincia del Tungurahua [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Archivo digital. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/884/1/Tesis_t007agr.pdf
- VALAGRO. (2014). *Valagro: un proceso de investigación y desarrollo en constante crecimiento*. Obtenido de <http://www.valagro.com/es/corporate/investigacion-y-desarrollo/>
- Vargas, M. (2022). “*APLICACIÓN FOLIAR DE FITORREGULADORES EN EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DEL CULTIVO DE FRESA (Fragaria Ananassa Duch). EN CONDICIONES DE MACROTÚNEL*” [INSTITUTO

TECNOLÓGICO DEL VALLE DE MORELIA].

[http://51.143.95.221/bitstream/TecNM/5060/1/MARIELA%20VARGA
S-TESIS%20PARA%20TESIS.pdf](http://51.143.95.221/bitstream/TecNM/5060/1/MARIELA%20VARGA%20TESIS%20PARA%20TESIS.pdf)

Viasus, J. Á. O. A. (2013). *EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE GIBERELINAS Y 6-BENCILAMINOPURINA EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FRESA (Fragaria x ananassa Duch.)*. Researchgate.net.

[https://www.researchgate.net/publication/260206745_EFECTO_DE_
LA_APLICACION_DE_GIBERELINAS_Y_6-
BENCILAMINOPURINA_EN_LA_PRODUCCION_Y_CALIDAD_DE_
FRESA_Fragaria_x_ananassa_Duch](https://www.researchgate.net/publication/260206745_EFECTO_DE_LA_APLICACION_DE_GIBERELINAS_Y_6-BENCILAMINOPURINA_EN_LA_PRODUCCION_Y_CALIDAD_DE_FRESA_Fragaria_x_ananassa_Duch)

Villatoro, E. (2014). *Efecto de la citoquinina (CPPU) sobre el cuaje y rendimiento de mini sandía (Citrulluslannatus, Cucurbitaceae); Estanzuela, Zacatapa* [Tesis de pregrado, Universidad Rafael Landívar].

ANEXOS

Anexo 1.

Preparación de lote para la siembra



Anexo2.

Inicio del desarrollo vegetativo de la planta



Anexo3.

Realización de prácticas culturales en el cultivo



Anexo 4.

Vista de la unidad experimental



Anexo 5

Preparación de las soluciones para la aplicación de cada tratamiento



Anexo 6

Cosecha



Anexo 7

Análisis de grados Brix




Anexo 8

Toma de datos de cada uno de los tratamientos

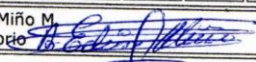


Anexo 9

Análisis de suelo de la unidad experimental



LABONORT
LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|------------------------------|-----------------------|------|-----|-------------------|------|---------|-----|----------------|--|----|---|---|-----------|------|----|-------|------|---------|------|-------|-------|-------|--|--|--|--|--|
| DATOS DE PROPIETARIO | | DATOS DE LA PROPIEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre: SANTIAGO OÑA | | Provincia: Imbabura | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ciudad: Otavalo | | Cantón: Otavalo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Teléfono: 0981363046 | | Parroquia: San Pablo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fax: | | Sitio: Río Itambi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL LOTE | | DATOS DE LABORATORIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sitio: Río Itambi | | Nro Reporte.: 7057 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Superficie: | | Tipo de Análisis: Completo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de Campo: M1 | | Muestra: Suelo M1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cultivo Actual: | | Fecha de Ingreso: 2016-07-26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A Cultivar: Frutilla | | Fecha de Reporte: 2016-07-27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nutriente | Valor | Unidad | INTERPRETACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N | 27.44 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | 95.84 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S | 10.58 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K | 0.44 | meq/100 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ca | 14.45 | meq/100 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mg | 5.40 | meq/100 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zn | 8.12 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cu | 6.83 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fe | 304.4 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mn | 21.77 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | 1.17 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| pH | 7.88 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Acidez Int. (Al+H) | | meq/100 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Al | | meq/100 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Na | | meq/100 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ce | 0.401 | mS/cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MO | 3.28 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+Mg (meq/100ml)</th> <th>%</th> <th>ppm</th> <th>(%)</th> <th colspan="2">Clase Textural</th> </tr> <tr> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>K</th> <th>Sum Bases</th> <th>NTot</th> <th>Cl</th> <th>Arena</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.68</td> <td>12.27</td> <td>45.11</td> <td>20.29</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | | | Ca | Mg | Ca+Mg (meq/100ml) | % | ppm | (%) | Clase Textural | | Mg | K | K | Sum Bases | NTot | Cl | Arena | Limo | Arcilla | 2.68 | 12.27 | 45.11 | 20.29 | | | | | |
| Ca | Mg | Ca+Mg (meq/100ml) | % | ppm | (%) | Clase Textural | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mg | K | K | Sum Bases | NTot | Cl | Arena | Limo | Arcilla | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.68 | 12.27 | 45.11 | 20.29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

