



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DE MORELIA

“APLICACIÓN FOLIAR DE FITORREGULADORES EN EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DEL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria Ananassa* Duch). EN CONDICIONES DE MACROTÚNEL”

TESIS

QUE PRESENTA:

MARIELA VARGAS SÁNCHEZ

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERÍA EN AGRONOMÍA

ASESOR:

ING. ANTONIO TAPIA MEDINA

MORELIA, MICHOACÁN, NOVIEMBRE, 2022





ANEXO XXXIII. FORMATO DE LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Morelia, Michoacán; a 01 de noviembre del 2022

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral.

CARLOS ALBERTO HARO MEDRANO
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre del estudiante y/o egresado:	Mariela Vargas Sánchez
Carrera:	Ingeniería en Agronomía
No. de control:	16850044
Nombre del proyecto:	"APLICACIÓN FOLIAR DE FITORREGULADORES EN EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DEL CULTIVO DE FRESA (<i>Fragaria Ananassa Duch</i>). EN CONDICIONES DE MACROTÚNEL"
Producto:	Tesis

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Alejandro Romero Bautista
ALEJANDRO ROMERO BAUTISTA

JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍAS



<i>Antonio Tapia Medina</i>	<i>Adriana Fernández Pérez</i>	<i>Jade Yuritzi Hernández Castro</i>	<i>Isaac Antonio Osorio Arciga</i>
ANTONIO TAPIA MEDINA PRESIDENTE	ADRIANA FERNÁNDEZ PEREZ SECRETARIO	JADE YURITZI HERNÁNDEZ CASTRO VOCAL	ISAAC ANTONIO OSORIO ARCIGA VOCAL SUPLENTE

* solo aplica para el caso de tesis o tesina
c.c.p.- Expediente.



DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor, respeto y admiración:

A ti DIOS que me diste la oportunidad de vivir y de brindarme una familia maravillosa, que me has cuidado a lo largo de mi vida lejos de mi hogar.

Con un sentimiento de amor y gratitud indescriptible: A mis padres: Bruno Vargas Evaristo y Guadalupe Sánchez Cacho que me apoyaron durante mi formación profesional estando tan cerca y al pendiente de mí en todo momento.

Gracias papás por confiar en mí y por todos los consejos que me seguirán sirviendo durante mi vida. Mil gracias papá por todo ese sacrificio que hiciste para que yo estudiara, no sabes cuánto te admiro papá, serás mi ejemplo a seguir durante mi vida. Mamá te quiero mucho gracias por impulsarme a cumplir con mis estudios y motivarme día con día te quiero.

A mis hermanas y hermano como mi pareja que me brindaron su apoyo emocional, ustedes son mi ejemplo a seguir en esta vida, mil gracias por estar siempre conmigo DIOS LOS BENDIGA.

A mi asesor Ing. Antonio Tapia Medina por corregirme, brindarme su apoyo y formar parte de esto.

A los maestros que me dieron clase en el tipo de estancia de escuela, transmitiéndome sus conocimientos en todas y cada una de las asesorías brindadas.

Al Instituto Tecnológico del Valle de Morelia por haberme dado la oportunidad de formarme como Ingeniera agrónoma.

A todos los que me apoyaron, me dieron palabras de aliento para no decaer y llegar a la meta.

RESUMEN

La finalidad de este proyecto es documentar los componentes del paquete tecnológico para la producción de fresa proporcionando un mejor manejo de fitorreguladores para el cultivo. El presente trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de determinar el efecto en rendimiento y calidad, a través de aplicaciones foliares de fitorreguladores (auxinas, citocininas, giberelinas), en el cultivo de fresa, comparando número de frutos, peso, diámetro ecuatorial y diámetro polar, por cada tratamiento, bajo las condiciones de macrotúnel con sistema de fertirriego en la comunidad de Álvaro Obregón Michoacán, las variedades utilizadas fueron Cabrillo y Petaluma, contando con tres tratamientos tomando dosis medias que marca la etiqueta (T1) Selecto 0.93 mL^{-1} , (T2) Maxigrow 0.93 mL^{-1} , (T3) X-cyte 1.87 mL^{-1} , y el testigo (T4) sin ninguna aplicación con cuatro repeticiones cada tratamiento adquiriendo un diseño experimental completamente al azar, se realizaron seis aplicaciones foliares con intervalos de ocho días. Los datos obtenidos al realizar el análisis estadístico por el programa SAS, evaluó por separado cada variedad, observándose en la variedad Cabrillo, que no existió efecto en el primer corte; mediante más aplicaciones se presentó efecto significativo en las variables respuesta, número de fruta, peso promedio de fruto, diámetro ecuatorial, con el tratamiento dos (Maxigrow); la variedad Petaluma arrojó efecto significativo en el T3 (X-cyte), en el primer corte de la variable respuesta diámetro ecuatorial.

SUMMARY

The purpose of this project is to document the components of the technological package for strawberry production, providing a better management of phytohormones for the crop. The present research work was carried out with the objective of determining the effect on yield and quality, through foliar applications of phytohormones (auxins, cytokinins, gibberellins), in strawberry cultivation, comparing number of fruits, weight, equatorial diameter and diameter. polar, for each treatment, under macro-tunnel conditions with a fertigation system in the community of Álvaro Obregón, Michoacán, the varieties used were Cabrillo and Petaluma, with three treatments taking average doses marked on the label (T1) Selecto 0.93 mL⁻¹ , (T2) Maxigrow 0.93 mL⁻¹, (T3) X-cyte 1.87 mL⁻¹, and the control (T4) without any application with four repetitions of each treatment, acquiring a completely randomized experimental design, six foliar applications were made with intervals of eight days. The data obtained when performing the statistical analysis by the SAS program, evaluated each variety separately, observing in the Cabrillo variety, that there was no effect in the first cut; Through more applications, a significant effect was presented in the response variables, fruit number, average fruit weight, equatorial diameter, with treatment two (Maxigrow); the Petaluma variety showed a significant effect on T3 (X-cyte), in the first cut of the equatorial diameter response variable.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	I
RESUMEN.....	II
SUMMARY	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE CUADROS	VI
ÍNDICE DE ANEXOS	VI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
2.1 OBJETIVOS	3
2.1.1 <i>Objetivo general</i>	3
2.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
2.2 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	4
3. DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	6
5. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO	7
5.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE FRESA.....	7
5.1.1. <i>Importancia del cultivo de fresa</i>	7
5.1.2. <i>Requerimientos edafoclimaticos</i>	9
5.1.3 <i>Clasificación taxonómica y descripción botánica</i>	10
5.1.4 <i>Variedades de fresa y sistema de cultivo</i>	11
5.2 PRINCIPALES LABORES DE CULTIVO EN LA FRESA.....	13
5.2.1 <i>Densidad de población</i>	13
5.2.3 <i>Principales plagas y enfermedades</i>	15
5.3 FITOESTIMULACIÓN EN EL CULTIVO DE FRESA.....	17

5.3.1	<i>Definición e importancia de la fitorregulación.</i>	17
5.3.2	<i>Principales hormonas del crecimiento.</i>	18
5.4	USO DE FITOHORMONAS EN EL CULTIVO DE FRESA Y OTROS CULTIVOS.	20
6.	MATERIALES Y MÉTODOS	25
6.1	LOCALIZACIÓN.	25
6.2	MATERIALES, EQUIPO Y HERRAMIENTAS.	26
6.3	DISEÑO DEL EXPERIMENTO	26
6.3.1	CONFORMACIÓN DE TRATAMIENTOS.	26
6.4	VARIABLES RESPUESTA.	27
6.5	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.	27
6.6	SEGUIMIENTO DEL CULTIVO.	28
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
7.1	VARIEDAD CABRILLO.	31
7.1.1	<i>Número de frutos promedio por planta.</i>	31
7.1.2	<i>Peso promedio por fruto</i>	32
7.1.3	<i>Diámetro Ecuatorial</i>	34
7.1.4	<i>Diámetro polar</i>	36
7.2	VARIEDAD PETALUMA.	37
7.2.1	<i>Número de frutos promedio por planta.</i>	37
7.2.2	<i>Peso promedio por fruto</i>	37
7.2.3	<i>Diámetro Ecuatorial</i>	38
7.2.4	<i>Diámetro polar.</i>	39
8.	CONCLUSIONES	41
9.	RECOMENDACIONES	42
10.	BIBLIOGRAFÍA	43
11.	ANEXOS	52

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación del cultivo de fresa en Álvaro Obregón.</i>	25
<i>Figura 2. Fertirriego en cultivo de fresa.</i>	28
<i>Figura 3. Aplicación de pesticidas o fertilizantes foliares.</i>	28
<i>Figura 4. Podas de estolón y hojas viejas en cultivo de fresa.</i>	29
<i>Figura 5. Aeración en cultivo de fresa.</i>	29
<i>Figura 6. Fresas cosechadas y escogidas para empaqué.</i>	30
<i>Figura 7. Monitoreo diario en cultivo de fresa.</i>	30
<i>Figura 8. Número de frutos por planta en la variedad Cabrillo.</i>	31
<i>Figura 9. Peso promedio de fruto por planta, primer corte.</i>	33
<i>Figura 10. Peso promedio de fruto por planta de fresa, segundo corte.</i>	33
<i>Figura 11. Peso promedio de fruto por planta de fresa, cuarto corte.</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Figura 12. Diámetro ecuatorial, primer corte.</i>	35
<i>Figura 13. Diámetro ecuatorial, segundo corte.</i>	35
<i>Figura 14. Diámetro ecuatorial, cuarto corte.</i>	35
<i>Figura 15. Diámetro ecuatorial Variedad Petaluma.</i>	39

ÍNDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1. Manejo de la fertilización y riego de acuerdo a las etapas fenológicas.</i>	14
<i>Cuadro 2. Conformación de tratamientos establecidos.</i>	26
<i>Cuadro 3. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para Diámetro Polar de la Var. Cabrillo.</i>	36
<i>Cuadro 4. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para Diámetro polar de la Var. Petaluma.</i>	37
<i>Cuadro 5. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para peso promedio por fruto de la Var. Petaluma.</i>	38
<i>Cuadro 6. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para Diámetro polar de la Var. Petaluma.</i>	39

ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Tabla 1A. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para número de frutos de la Var. Cabrillo.</i>	52
<i>Tabla 2A. Análisis de varianza y prueba de comparación de media para peso de frutos de la Var. Cabrillo.</i>	52
<i>Tabla 3A. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para Diámetro ecuatorial de la Var. Cabrillo.</i>	53
<i>Tabla 4A. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para Diámetro Ecuatorial de la Var. Petaluma.</i>	53

1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en el Municipio de Álvaro Obregón, en esa zona se comienza a cultivar fresa, por lo tanto no se ha probado el efecto de los fitorreguladores (auxinas, citocininas, giberelinas) para un mayor rendimiento como calidad para exportar la fresa, y por ende una mejora económica para la zona, por lo que (News, 2017) menciona que nuestro país está situado en el tercer lugar a nivel mundial en producción de fresa, con una producción estimada en 2016 de 398 mil 287 toneladas, de acuerdo con estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la SAGARPA, aunque Michoacán es el principal productor de Fresa en México y ha venido incrementado su importancia en el plano nacional, su posicionamiento no ha logrado desplazar a Baja California y Baja California Sur como los dos estados con mayores rendimientos en el cultivo de este fruto, los cuales con de 51.96 t/ha y 40.02 t/ha en el año 2008, respectivamente, mientras que Michoacán solo produce 33.25 t/ha acercándose apenas a la media nacional (33.86 t/ha), ubicándose en el tercer estado con mayor rentabilidad. Las diferencias se relacionan directamente con los procesos de tecnificación del norte del país que se asemejan más a los utilizados en Estados Unidos, donde los rendimientos son altos (Zamora & Salazar, 2018). Las variedades que se cultivan, tienen una capacidad de producción entre 50 y 100 t/ha/a. Trabajos a nivel experimental han dado hasta 85 t/ha/a. Los primeros meses son más productivos y la fruta es de mejor calidad por su tamaño y uniformidad (Agrotendencia, 2019). Es por lo anterior que en el presente trabajo se plantea como objetivo determinar el efecto en el rendimiento y calidad, a través de aplicaciones foliares de fitorreguladores en el cultivo de fresa.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el municipio de Álvaro Obregón se desconoce el efecto de los fitorreguladores (auxinas, citocininas, giberelinas), en comportamiento productivo como en tamaño, peso y diámetro del fruto de fresa de las variedades Cabrillo y Petaluma, producidas en condiciones de fertirriego y macrotúnel, bajo en un enfoque de exportación, ya que en esa zona se cultiva alfalfa, maíz, trigo, sorgo y avena, así mismo mediante un análisis de suelo y agua de pozo se tienen las características físico-químicas requeridas para el cultivo de fresa por lo anterior se optó en desarrollar algunas superficies para la producción de fresa así mismo los productores se beneficiarán directamente, tratando de que esta actividad se convierta en una fuente importante de ingresos económicos para la zona por lo anterior un nuevo cultivo adaptable a ese tipo de suelo y clima. Esta información es clave debido a que puede ser usada, para potenciales aplicaciones en nuevos cultivos. En este contexto, esta revisión busca sistematizar la información respecto a la rentabilidad, calidad e innovación del cultivo de fresa en la zona junto el uso práctico de fitorreguladores en la agricultura.

Una hormona vegetal o fitohormona es un compuesto producido internamente por una planta, que ejerce su función en muy bajas concentraciones y cuyo principal efecto se produce a nivel celular, cambiando los patrones de crecimiento de los vegetales y permitiendo su control. Los reguladores vegetales son compuestos sintetizados químicamente u obtenidos de otros organismos y son, en general, mucho más potentes que los análogos naturales. Es necesario tener en cuenta aspectos críticos como oportunidad de aplicación, dosis, sensibilidad de la variedad, condición de la planta, etc., ya que cada planta requerirá de unas condiciones específicas de crecimiento que pueden afectarse por la concentración de ellos en el medio. Los reguladores vegetales son productos sintéticos que se han convertido en las primeras herramientas capaces de controlar el crecimiento y actividad bioquímica de las plantas por lo que su uso ha aumentado en los últimos años (Alcántara *et al.*, 2019).

2.1 OBJETIVOS

2.1.1 Objetivo general

Determinar el efecto de las aplicaciones foliares de fitorreguladores en el rendimiento y calidad de la fruta de fresa.

2.1.2 Objetivos específicos

- ❖ Determinar el producto foliar en el cual su contenido de fitorreguladores permita obtener un mayor rendimiento y calidad de fresa.

- ❖ Aportar información al cultivo de fresa, respecto al rendimiento y calidad a través de aplicaciones foliares de fitorreguladores.

2.2 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Académica

El desarrollo del presente estudio permitirá aplicar las competencias profesionales adquiridas en la carrera de Ingeniera en Agronomía del Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, lo cual los resultados de la investigación que se dieron a conocer a portar mejor información para realizar más investigaciones futuras para beneficio del Municipio de Álvaro Obregón.

Económica

Los resultados de la investigación brindaran información de consulta, para los productores el cual se podrá ofertar como una mejora tecnológica, para incrementar el rendimiento y por ende la rentabilidad del cultivo, obteniendo aumento en los ingresos, con lo antes mencionado se conozca el efecto, podremos hacer uso eficiente de los recursos naturales, optimizando la fisiología de la planta para la mejora de la producción de fruto. Se busca obtener un progreso económico para los productores del Municipio de Álvaro Obregón, lo cual los resultados esperados generarán nuevas expectativas como ambiciones de trabajo para la población de esa zona, calidad superior de producto, alto rendimiento, mejor precio, sueldo competente por ende generará más empleos, una entrada económica para la zona más equilibrada.

Social

Generar información básica para los agricultores quienes se interesen en el cultivo, así mismo tendrá mayor conocimiento, del uso adecuado de fitohormonas y el efecto en el cultivo de fresa.

Política

Este estudio servirá para que el Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, sea reconocido como centro de investigación, el cual con participación contribuirá a lograr el cumplimiento de los objetivos de sistema dentro del Municipio de Álvaro Obregón con el desempeño del cultivo de fresa, lo cual servirá como antecedentes de estudio en futuras generaciones

3. DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

En la investigación tiene un enfoque explicativo, descriptivo, cuantitativo, y experimental porque se estableció en un cultivo de fresa en condiciones de macrotúnel, se tomaron las variables de tipo cuantitativo para explicar el comportamiento en rendimiento y la calidad por separado de cada variedad. Se graficaron los promedios obtenidos de la prueba de comparación de medias de Tukey con el 5% de significancia. Las variables fueron número de frutos por planta, peso de fruto por planta, diámetro ecuatorial, diámetro polar de dos diferentes variedades de fresa, Cabrillo y Petaluma lo cual es explicativa, porque se analizaron los efectos de los tratamientos y descriptivo por la zona en que se desarrolló el experimento con sus características edafoclimáticas del sitio y la adaptabilidad de las variedades.

4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Hipótesis nula: Los fitorreguladores foliares aplicados en diversos productos producen un efecto similar en el rendimiento y la calidad de la fresa en condiciones de macrotúnel.

Hipótesis alternativa: Al menos algún fitorregulador foliar afecta el rendimiento y la calidad de la fresa en condiciones de macrotúnel.

5. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

5.1. Generalidades del cultivo de fresa.

La fresa es uno de los productos que en poco tiempo se arraigó en nuestro país. Su cultivo inicio a mediados del siglo pasado, en el estado de Guanajuato. En un principio, la producción apenas incipiente, se concretaba a cubrir las necesidades del mercado nacional. No fue hasta el año de 1950, cuando su importancia fue en aumento, debido a la creciente demanda por parte de los EUA. La fresa es un vegetal de tipo vivaz que puede vivir varios años, sin embargo, dura dos años en producción económica, en plantaciones de mayor edad las plantas se muestran claramente más débiles, con bajo rendimiento y frutas de menor calidad debido a una mayor incidencia de plagas y enfermedades, especialmente virosis (Altamirado,2004).

La planta de fresa o fresón es pequeña con no más de 50 centímetros de altura, raíces superficiales, tiene numerosas hojas trilobuladas de pecíolos largos que se originan en la corona o un rizoma muy corto que se encuentra al nivel del suelo y constituye la base del crecimiento de la planta. En la base se encuentran tres tipos de yemas: uno de tallos, otro de estolones y una más de donde se forman los racimos florales. Lo que se conoce como fresa es realmente un falso fruto, ahí se encuentran las semillas pequeñas donde están los aquenios o verdaderos frutos (MINAG, 2008).

5.1.1. Importancia del cultivo de fresa.

La fresa constituye una excelente alternativa productiva de múltiples aplicaciones tanto para consumo en fresco como para la agroindustria. Las fresas son una de las frutas más populares en los EEUU; la mayoría de producción comercial está en California, Florida, Oregón, y Washington. Los agricultores en estos estados producen 95 por ciento de la producción del país. Cultivadores en el sur, este, y el medio oeste tiene generalmente pequeñas áreas cultivadas de fresa localizadas cerca de centros de población, y cuentan con ventas del mercado directo, la fresa tiene propiedades medicinales, contiene un compuesto anticancerígeno, es antiinflamatorio, es astringente, tiene propiedades mineralizantes; su uso no es contraproducente para las personas con diabetes; las hojas tiernas se pueden consumir como verduras;

además posee propiedades cosméticas; dentro de sus propiedades terapéuticas tenemos: Son laxantes, debido a su contenido en fibra soluble con lo cual facilitan el tránsito intestinal (Amézquita, 2018).

Nuestro país está situado en el tercer lugar a nivel mundial en producción de fresa, con una producción estimada en 2016 de 398 mil 287 toneladas, de acuerdo con estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la SAGARPA. El volumen anterior equivale a un aumento en la producción nacional de fresa de 1.7 por ciento. Cabe destacar que de 2015 a 2016, las exportaciones de este producto desde México hacia Arabia Saudita incrementaron un 37.6 por ciento, y en Emiratos Árabes Unidos, más de 70 por ciento, lo que es un reflejo de las actividades de promoción de los productos mexicanos en esa región. La fresa mexicana llega también a otros destinos como Hong Kong, Belice, Países Bajos, Rusia, Qatar, Irlanda, Kuwait, Japón, Puerto Rico, República Dominicana, Australia y Trinidad y Tobago, entre otros. Michoacán contribuye con el 68.7 por ciento del volumen total; Baja California, 17.9 por ciento; Guanajuato, 9.4 por ciento; Baja California Sur, 1.9 por ciento y el Estado de México, 1.2 por ciento (News, 2017).

Michoacán se posiciona desde hace varios años como el principal estado productor de fresa a nivel nacional, generando un gran número de empleos e ingresos en la región, a través de la producción de este fruto. El estado en 2008 se destacó como el principal generador de valor bruto de producción (VBP) nacional de fresa con un 43% del total, seguido de Baja California (39%) y Guanajuato (9%), (Zamora & Salazar, 2018).

Se cultivan en Michoacán diez mil 129 hectáreas de fresa, y un valor de producción de nueve mil 597 millones de pesos. La fresa se siembra en 32 municipios de los cuales destacan Zamora, Tangancícuaro, Jaconá y Panindícuaro (Representación agricultura Michoacán, 2018).

El ciclo de cultivo y la producción pueden variar mucho dependiendo de la época de siembra y el tipo de material que se utilice. Las variedades que se cultivan, tienen una capacidad de producción entre 50 y 100 t/ha/año. Trabajos a nivel experimental han

dado hasta 85 t/ha/año. Los primeros meses son más productivos y la fruta es de mejor calidad por su tamaño y uniformidad (Agrotendencia, 2019).

Aunque Michoacán es el principal productor de Fresa en México y ha venido incrementado su importancia en el plano nacional, su posicionamiento no ha logrado desplazar a Baja California y Baja California Sur como los dos estados con mayores rendimientos en el cultivo de este fruto, los cuales con de 51.96 Ton/Ha y 40.02 Ton/Ha en el año 2008, respectivamente, mientras que Michoacán solo produce 33.25 Ton/Ha acercándose apenas a la media nacional (33.86 Ton/Ha), ubicándose en el tercer estado con mayor rentabilidad. Las diferencias se relacionan directamente con los procesos de tecnificación del norte del país que se asemejan más a los utilizados en Estados Unidos, donde los rendimientos son altos (Zamora & Salazar, 2018).

5.1.2. Requerimientos edafoclimaticos.

a). Suelo. Requiere suelos sueltos de naturaleza silicio-arcilloso, prefiere suelos equilibrados, ricos en materia orgánica, aireados, bien drenados, pero con cierta capacidad de retención de agua (Agrotendencia, 2019).

b). Altura. En Ecuador se cultiva en zonas desde 1200 hasta 2500 (Agrotendencia, 2019).

c). Clima. Para la producción de frutos requieren temperaturas medias anuales entre 15-20 °C; por debajo de los 12 °C durante el cuajado dan lugar a frutos deformados por frío, mientras que por encima de los 20°C, se acelera la maduración del fruto que afecta que alcance el tamaño adecuado para su comercialización (Agrotendencia, 2019).

d). Temperatura. Las temperaturas ideales para el cultivo son las siguientes: 8-15°C para iniciar la vegetación y floración y 18 – 23°C para la maduración. Es conveniente ventilar todos los días a las horas más calurosas (Chiqui & Lema, 2010).

e). Precipitación. La mínima requerida se sitúa alrededor de los 600 mm (Chiqui & Lema, 2010).

f). La humedad relativa. Mas o menos adecuada es de 60 y 75%, es 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 (Chiqui & Lema, 2010).

5.1.3 Clasificación taxonómica y descripción botánica.

a). Clasificación taxonómica.

Reino Plantae

División Magnoliophyta

Clase Magnoliopsida

Orden Rosales

Familia Rosaceae

Genero *Fragaria*

Subfamilia Maloideae

Especies *F. vesca*, *F. chiloensis*, *F. virginiana*, *F. moschata*, *F. indica*. (Agropedia, 2019)

b). Descripción botánica.

La fresa es una planta perenne, (Bonet, 2010) menciona que se reproduce de manera sexual y asexual. Descrita como herbácea, que en realidad es una planta leñosa verdadera debido a la presencia de xilema secundario en raíces y coronas. El tallo se conoce como corona; es un órgano comprimido y de él se originan raíces, coronas axilares, estolones, hojas e inflorescencias (Sánchez, 2015).

Sistema radicular: es fasciculado, se compone de raíces y raicillas, las primeras presentan cambium vascular y suberoso, mientras que las segundas carecen de éste, las raicillas sufren un proceso de renovación fisiológico. La profundidad del sistema radicular es un promedio de 40cm, encontrándose el 90 % en los primeros 25cm. (ITSC, 2018).

El tallo es corto y se denomina corona. De esta corona surgen ramificaciones laterales llamadas estolones que se caracterizan por tener una gran distancia entre los

entrenudos. En estos entrenudos aparecen rosetas de hojas y raíces adventicias. A su vez estos estolones también se pueden ramificar y producir nuevos estolones.

Sus hojas se disponen en roseta sobre la corona. Tienen los pecíolos largos, dos estípulas rojizas y el limbo dividido en tres folíolos de bordes aserrados. El envés de las hojas está recubierto de pelos.

Las inflorescencias se disponen sobre un pedúnculo de longitud variable que parten de las axilas de las hojas. Las flores son de pétalos blancos y de polinización alógama y entomófila.

El fruto es un poliaquenio en el que la parte comestible es el receptáculo hipertrofiado que aloja los aquenios. La forma del fruto es de forma variable y la coloración varía entre rosa y violeta.

El peso del fruto puede variar entre 2 y 60 g. El número de aquenios por infrutescencia varía entre 120 y 200. El peso por 1000 aquenios es de 1-1,2 g. La capacidad germinativa de estas semillas son de más de 10 años (AgroEs, 2013).

c). Ciclo del cultivo.

Las etapas de desarrollo del cultivo de fresa son: etapa vegetativa, las yemas principales comienzan a crecer, luego se desarrollan las primeras hojas emergentes, desplegadas nueve o más hojas. Posteriormente el comienzo de la formación de estolón (de 2 cm de longitud), brotes de hijos de la planta para ser trasplantado. Etapa reproductiva, aparición de órgano floral, primeras yemas florales salidas. Etapa productiva, formación del fruto, maduración del fruto, senescencia y comienzo del reposo vegetativo (MAG 2007).

5.1.4 Variedades de fresa y sistema de cultivo.

Cabrillo. La fresa Cabrillo fue criada por criadores de la Universidad de California, EE. UU. Los autores son los científicos de renombre Kirk D. Larson y Douglas W. Shaw. Esta variedad se considera la más productiva en la categoría remontante. Las fresas Cabrillo producen bayas muy hermosas que se ven más atractivas en comparación con las variedades San Andreas y Albion. La forma es

simétrica, cónica, ligeramente aplanada (ensanchada a los lados). Las fresas cabrillo son variedades americanas. Difiere en un rendimiento récord: hasta 3,7 kg por arbusto. En climas templados, puede extraer de 1,5 a 2 kg por planta. Requiere riego regular, fertilización y otras medidas de cuidado. (GardenLux, 2016).

La variedad fuertemente Día neutro, con comportamiento productivo similar a Albión. Tamaño de planta intermedio, con mayor requerimiento de temperatura de suelo para su establecimiento (mayor a 12°C). La inducción ocurre en condiciones de temperaturas intermedias (20-25°C) y con baja respuesta al fotoperiodo (horas de luz diarias). Es muy importante manejar un adecuado balance Potasio (K)/Calcio (Ca), para mantener condición de los frutos. Los pedúnculos (tallos frutales) son largo, lo que facilita el proceso de cosecha. Establecer con temperaturas ambientales entre 12-25°C, en periodos con baja incidencia de precipitaciones en los primeros 60 días de crecimiento del cultivo (Proplantas, 2018).

En términos del tamaño de las bayas, se mostró al mismo nivel que las variedades comparadas. El peso promedio del feto fue: Albión 32,6 g., San Andreas 32 g., Portola 31,7 g., Cabrillo 32 g. Las fresas han demostrado estar en el nivel más alto en apariencia. La máxima puntuación posible en este estudio es de 5 puntos. Los frutos de Albion fueron calificados con 4.1 puntos, San Andreas 4.3, Portola 3.4, Cabrillo 4.3. (naturelux, 2016).

Petaluma. Es otra variedad presentada por los científicos Doug Shaw y Kirk Larsen, anteriormente del programa de mejoramiento de fresa de la Universidad de California, en el año 2014. Tal como 'Fronteras', es una variedad de día corto, lo que significa que produzca la mayoría de su fruta durante los días más cortos de la primavera y del otoño en vez del verano. Es adaptado a los sistemas de la costa central de California de plantar en el otoño con el fin de empezar a producir en el invierno (Bolda et al., 2015).

San Andreas: es una variedad precoz con una buena shelf life, suele ser una de las primeras en cosecharse por el mes de noviembre (Díaz, 2017). Es una variedad de día neutro moderado (remontante), de excelente calidad de fruta (similar a Albión),

excelente sabor, con poca necesidad de frío en vivero, resistente a enfermedades. Es más precoz que Camarosa en plantación de otoño, con curva de producción sin picos y estable durante todo el ciclo, mantiene tamaño hasta final de campaña y muy buena producción (Eurosemillas, 2014).

Marisol: esta variedad de fresa se caracteriza por su rusticidad y su resistencia a los largos viajes. Marisol se ha hecho un hueco en los corazones del mercado extranjero gracias a su larga vida útil. Según los expertos agrónomos, es una variedad vigorosa, semi-precoz y con equilibrio entre su sabor y su textura que ha conquistado, sobre todo, a los mercados de Italia y Marruecos (Díaz, 2017).

Merced: El comportamiento de la variedad Merced es similar al de las otras variedades comerciales en el país, aunque un mes menos precoz en la producción de fruta. Es una variedad de día corto. Su fruto tiene forma corta cónica simétrica, el color del fruto externo es muy uniforme, el color interno rojo intenso, tiene buen comportamiento es poscosecha, con excelentes características para destino en fresco o industria. La variedad Merced es moderadamente tolerante a *Tetranychus urticae* y *Phytonemus pallidus*. Buena respuesta a controles de *Botrytis* (Agrowm, 2020).

5.2 Principales labores de cultivo en la fresa.

5.2.1 Densidad de población.

Por el tipo de tecnología que se aplica al cultivo, como es la utilización de coberturas y riego, lo más utilizado son eras de 70 a 80 cm de ancho y de 20 cm de altura. En cada era se colocan dos hileras, separadas 40 cm entre sí y las plantas a 30 cm. Con este sistema se obtienen una densidad entre 50.000 y 55.000 plantas por hectárea (7-8 plantas /m²), se siembra a una profundidad tal que el cuello de la raíz quede a nivel del suelo, de manera que no queden raíces expuestas ni la corona enterrada (MAG, 2007).

Orientación de los surcos. Para que la luz solar sea ideal sobre los bloques con topografía uniforme, tiene que orientar las camas de norte a sur a lo largo porque las plantas interceptan la luz del sol más uniformemente. Con camas de este a oeste, las

plantas en los surcos sureste de cada cama recibirán más luz, crecerán más grandes y causarán sombra. La fruta producida en las plantas de este surco también están sujetas a quemaduras del sol y la fruta se madura desigualmente (Surendra et al. 2015).

La cobertura de plástico presenta las siguientes ventajas: Consiste en cubrir las eras con polietileno negro, de 0.2 a 0.4 mm de grosor con un aditivo para evitar el daño de los rayos ultravioleta, con el propósito de impedir que la fruta tenga contacto directo con el suelo y disminuir los problemas fitosanitarios. La cobertura a su vez, cumple otras funciones importantes como: Evitar crecimiento de malezas. Aumentar la retención de humedad y la temperatura del suelo (Yaselga, 2015).

5.2.2. Riego y fertilización.

Riego por cintilla: En el cultivo de fresa se riega a través del fertirriego. La frecuencia y duración del riego depende de las condiciones climáticas, textura del suelo y necesidades de la planta. Durante el periodo estival, la frecuencia de riego debe ser mayor, realizando 2-3 riegos por semana. Sin embargo, en invierno es conveniente reducir dicha frecuencia (PROAIN Tecnología, 2020).

Cuadro 1. Manejo de la fertilización y riego de acuerdo a las etapas fenológicas.

Etapa Fenológica	Fertiirrigación
<i>Brotación (Primer mes).</i>	Suministro de riego, 150 cm ³ /planta/d/ aproximadamente. Plantas con bajo desarrollo: aplicaciones foliares de fertilizante tipo N-P-K 10-30-10 con aminoácidos.
<i>Desarrollo de hojas (Tres hojas desplegadas).</i>	Suministro de riego, 250 cm ³ /planta/d aproximadamente, inicial fertiirrigación, dosis bajas de N-P-K tipo 15-30-15.
<i>Inicio de floración.</i>	Suministro de riego, 250 cm ³ /planta/d aproximadamente, dosis medias de N-P-K tipo 18-6-18.
<i>Maduración del fruto.</i>	Suministro de riego, 250 cm ³ /planta/d. Aumenta significativamente el aporte de calcio, potasio, y además elementos minerales uso de fertilizantes con formulación 13-10-40

(Bonilla, 2011)

Nutrición Vegetal

Es la asimilación de los nutrimentos que están al alcance del sistema radical y cuando estos se encuentran en cantidades adecuadas la planta responde mejor a un crecimiento y desarrollo que se ve reflejado en la productividad, de esta forma los cultivos se hacen más rentables (Willard, 1983).

Esta asimilación de nutrientes se puede realizar a través de la raíz, en el cual absorbe agua y sustancias inorgánicas que se encuentran en el suelo así como también a partir de las hojas y partes verdes de la planta, además de que son órganos que realizan la síntesis de compuestos inorgánicos a orgánicos a través de la fotosíntesis (Calderón, 1980). Sin embargo una planta que crece en condiciones óptimas se halla en situación de estrés cero. Esta situación implica que todos los factores (luz, nutrientes, agua, temperatura, oxígeno) están en su punto óptimo. Los reguladores del desarrollo vegetal o fitohormonas son compuestos orgánicos, de origen natural (endógeno) o sintético (exógeno), distintos a los nutrientes, que, en pequeñas cantidades, promueven, inhiben o modifican algunos de los procesos fisiológicos de las plantas (Ortiz, 2020).

5.2.3 Principales plagas y enfermedades.

5.2.3.1 Plagas.

Arañitas: Bimaculada (*Tetranychus urticae* y *T. cinnabarinus*). Bajo condiciones climáticas favorables, cada generación se completa en aproximadamente 20 días. Su daño se manifiesta desde comienzos de la época seca, observándose en el envés de las hojas pequeñas manchas amarillas, y si el ataque es muy intenso, la hoja toma una coloración café rojiza, secándose en muchos casos. Existen algunos enemigos naturales, además de los productos químicos utilizados.

Araña Ciclamina (*Phytonemus pallidus*). Cuando haya poblaciones bajas, los ácaros (arañas) del ciclamino generalmente se encuentran a lo largo de la vena central de las hojas jóvenes plegadas y debajo del cáliz (estrella) de los botones recién salidos; cuando las poblaciones aumentan, estos ácaros se encuentran en cualquier área de tejidos no desplegados (UC IPM, 2015).

Trips: Ataca a las flores y frutos recién formados, no es de gran importancia económica, pero en EE.UU. hay especies cuarentenarias, por lo tanto, si se piensa exportar a ese país frutillas frescas, éste insecto se debe controlar (Portalfruticola, 2019).

Chinche lygus (*Lygus hesperus*). Las chinches lygus son una plaga grave en las áreas de cultivo de fresa en la Costa Central donde típicamente se cultiva la fresa después de mayo y hasta el fin del verano, pero raras veces son plagas en el sur de California y el Valle Central donde generalmente se termina la cosecha de fruta fresca para el fin de junio. Sin embargo, de vez en cuando la chinche lygus es un problema en esta área en los plantíos de segundo año y en frutas que se mantienen hasta el fin del verano (UC IPM, 2015).

5.2.3.2. Enfermedades.

Oídio (*Podosphaera aphanis*). Este hongo, que se clasifica dentro del orden de los Erysiphales, desarrolla una de las enfermedades más peligrosas de los cultivos de la fresa y fresón.

Las plantas enfermas pueden mostrar síntomas en todos sus órganos aéreos. Las hojas se abarquillan y decoloran, cubriéndose, primero por el envés y luego también por el haz, de un polvillo blanco o “cenicilla”. Con el paso del tiempo esas hojas toman un aspecto púrpura o marrón rojizo, se marchitan y desprenden de la planta. Las flores también muestran decoloraciones, pulverulencias y marchitamientos. Los frutos pueden ser afectados en cualquier fase de desarrollo y presentan en su superficie la típica cenicilla; si son verdes no llegan a madurar convenientemente, y si están maduros cuando son afectados quedan inservibles para su comercialización (Baixauli, 2021).

Podredumbre de corona y fruto (*Phytophthora cactorum*). En la corona produce manchas de color marrón café rojizo a chocolate, que destruyen el tejido central y el vascular, lo cual la distingue de otras enfermedades de corona como Antracnosis y Verticilosis. Las raíces no son afectadas. Como consecuencia de la podredumbre de corona se observa un marchitamiento, que comienza en las hojas más jóvenes. En

pocos días se marchita toda la planta y muere. Las infecciones se manifiestan en cualquier zona de la corona. Cuando la podredumbre es en la parte superior de la misma, al arrancar la planta, ésta se quiebra, dejando la mayor parte de la corona y las raíces en el suelo (Giménez et al., 2003).

Podredumbre de corona por rhizoctonia (*Rhizoctonia* spp.). Es una enfermedad emergente, que produce podredumbre de corona y muerte de plantas, muchas veces asociada a otros problemas de corona como *Phytophthora* y Antracnosis y también de raíces negras. La podredumbre aparece en cualquier parte de la corona, casi siempre como una lesión entrante a la misma, que afecta también al tejido vascular en ese sitio. El color de la podredumbre es marrón oscura. Las raíces también pueden ser afectadas (Giménez et al., 2003).

Podredumbre gris (*Botrytis cinerea* Pers.). El hongo causante de esta enfermedad, *Botrytis cinerea*, tiene una gran capacidad de desarrollo, especialmente cuando se encuentra a temperaturas de entre 17 y 22° C y en condiciones de alta humedad relativa (sobre el 95%). Aunque en un primer momento las hojas infectadas suelen no mostrar síntomas, debido a que el hongo está inactivo, al madurar puede activarse y provocar los siguientes síntomas: Necrosis en hojas, con la aparición de una cubierta aterciopelada gris. A medida que la enfermedad avanza las flores afectadas, muestran lesiones de color marrón en los pétalos y el pedúnculo (Certis Europe España, 2020).

La mancha angular (*Xanthomonas fragariae*) de la hoja ocasionada por *Xanthomonas fragariae* es una enfermedad del cultivo de la fresa (*Fragaria ananassa* Duch) que reduce el rendimiento, principalmente cuando la bacteria infecta el cáliz, ocasiona su decoloración y la pérdida de su valor comercial (Rivera et al., 2017).

5.3 Fitoestimulación en el cultivo de fresa.

5.3.1 Definición e importancia de la fitoregulación.

Una hormona vegetal o fitohormona es un compuesto producido internamente por una planta, que ejerce su función en muy bajas concentraciones y cuyo principal

efecto se produce a nivel celular, cambiando los patrones de crecimiento de los vegetales y permitiendo su control. Los reguladores vegetales son compuestos sintetizados químicamente u obtenidos de otros organismos y son, en general, mucho más potentes que los análogos naturales. Es necesario tener en cuenta aspectos críticos como oportunidad de aplicación, dosis, sensibilidad de la variedad, condición de la planta, etc., ya que cada planta requerirá de unas condiciones específicas de crecimiento que pueden afectarse por la concentración de ellos en el medio. Los reguladores vegetales son productos sintéticos que se han convertido en las primeras herramientas capaces de controlar el crecimiento y actividad bioquímica de las plantas por lo que su uso ha aumentado en los últimos años (Alcántara et al 2019).

Sin embargo, el desarrollo agronómico no se detiene y ya debemos habituarnos a un tercer concepto relacionado con los anteriores, el de bioestimulante. Los cócteles bioestimulantes son compuestos complejos en que se mezcla extractos de plantas terrestres o algas ricos en, por ejemplo, auxinas; aminoácidos (algunos de ellos promotores de fitohormonas); nutrientes minerales; vitaminas; etc. Estas mezclas contienen dichos elementos en bajas concentraciones por lo que en la práctica se orientan a lograr un mejor desarrollo general de los vegetales y no la manipulación de un evento fisiológico puntual, aunque en ocasiones son utilizadas en combinación con un regulador de crecimiento para apoyar un manejo específico. Por lo general se usan para superar condiciones limitantes de cultivo o situaciones de estrés, por lo que su efecto no necesariamente se notaría en huertos con buen desarrollo y sin estrés. (Redagrícola, 2017).

Según (Deccoiberica, 2020). El uso de fitorreguladores es cada vez más habitual en la agricultura ecológica u orgánica, convirtiéndose en una técnica de cultivo cuyo objetivo principal es mejorar los procesos fisiológicos de las plantas, lo que redundaría en una mejora de la producción y de la calidad de las cosechas.

5.3.2 Principales hormonas del crecimiento.

Las auxinas son un grupo de hormonas vegetales naturales que regulan aspectos del desarrollo y crecimiento de las plantas. La forma predominante en las

plantas es el ácido indolacético (IAA), muy activo en bioensayos y presente comúnmente en concentraciones nanomolares. Otras formas naturales de auxinas son el ácido 4-cloro-indolacético (4-CIIAA), ácido fenilacético (PAA), ácido indol butírico (IBA) y el ácido indol propiónico (Jordán & Casaretto, 2006).

La aplicación de auxinas exógenas a frutos en desarrollo produce varios efectos. Pueden actuar directamente sobre el comportamiento de los tejidos del fruto o modificar las condiciones que determinan la relación. La importancia de dichos efectos depende de la naturaleza y concentración de la auxina aplicada, del estado de desarrollo del fruto, de las condiciones climáticas y del cultivar (Laskowski, 2006).

Las citocininas se sintetizan principalmente en la raíz, y su presencia en las yemas del tallo, donde tienen efecto hormonal, puede ser por transporte de la raíz, pero, hay informes de su síntesis en las hojas. Los efectos típicos y fundamentales de las citocininas son: producir una mayor actividad en el ritmo de las mitosis celulares, por lo cual se le ha llamado hormona de la división celular; y retarda el envejecimiento o senescencia de los órganos y los fenómenos a que ésta da lugar, como el amarillamiento y caída de las hojas (Silva, 1988).

La movilización de los nutrientes, la dominancia apical, la formación y actividad de los meristemas del ápice caulinar, el desarrollo floral, la ruptura de la dormición de la yema y la germinación de la semilla (Taiz & Zeiger, 2006), contrarrestan la dominancia apical y regulan la apertura estomática (. Su movimiento en las plantas parece que es en ambos sentidos, hacia arriba desde las raíces en la savia del xilema y hacia abajo desde los puntos de aplicación o síntesis en los órganos aéreos, por el floema (Westwood, 1982)

Las Giberelinas (GAs) son compuestos naturales que actúan como reguladores endógenos esenciales del crecimiento y el desarrollo en los vegetales superiores. Los efectos más evidentes se observan en la estimulación del crecimiento del tallo, la inducción del desarrollo del fruto y la germinación de las semillas. La giberelina disponible comercialmente es el ácido giberélico. Las GAs se emplean en la producción para aumentar su tamaño y calidad o incrementar el cuajado del fruto. En

general las GAs son capaces de estimular el cuajado de especies que contienen un número reducido de óvulos (Cerezo, 2017).

EL rol de las giberelinas en el cuajado del fruto en cítricos, está generalmente aceptado. Sin embargo, en mandarina Satsuma así como en las naranjas del tipo Navel, la aplicación exógena de giberelinas tuvo solamente un efecto transitorio en el crecimiento del fruto y retrasó la abscisión, pero no obtuvo un aumento en la cosecha final (Laskowski, 2006).

Usos de giberelinas de síntesis en la fruticultura chilena

Investigaciones realizadas sobre el posible efecto de las giberelinas, en la inducción floral, indican que éstas pueden inhibirla. De esta forma, se obtiene una disminución en el retorno floral, de algunas especies frutales como manzano variedad Fuji, Royal Gala, Red Chief y Braeburn , naranjo variedad Tardía de Valencia y uva de mesa variedad Sultanina (Sáez, 2016).

5.4 Uso de fitohormonas en el cultivo de fresa y otros cultivos.

Efecto de la aplicación de giberelinas y 6-bencilaminopurina en la producción y calidad de fresa (*Fragaria x Ananassa* Duch.)

Dentro de las tecnologías usadas para mejorar la calidad y aumentar el tamaño del fruto (y por tanto la producción) están el uso de reguladores de crecimiento como giberelinas y citoquininas. Las giberelinas (GA) promueven el crecimiento celular debido a que incrementan la hidrólisis del almidón, fructanos y sacarosa, originando fructosa y glucosa. Estas hexosas contribuyen a la formación de la pared celular y disminuyen el potencial hídrico de la célula, lo que favorece la entrada del agua y provoca la expansión celular. Al respecto, se reportan algunos efectos positivos de las aplicaciones de ácido giberélico (GA3) sobre la producción de fresa, entre los cuales se destacan el acortamiento del periodo entre la siembra y la primera fructificación, el aumento del número de frutos y la duración del periodo de cosecha. Observaron que las aplicaciones de ácido giberélico incrementaban la masa y el número de frutos. Pueden tener influencia en el comportamiento poscosecha de los frutos (Viasus et al., 2013).

El uso de reguladores de crecimiento, para controlar el cuajado y mejorar el tamaño, el color y la forma de los frutos, se convirtió en una herramienta importante entre las prácticas frutícolas, ya que permite incrementar la calidad y valor del producto y facilitar su expendio en el mercado (Rosa, 2011).

Poda y Biorreguladores en la Brotación, Producción y Calidad de Fruto de Arándano “Biloxi”

Las giberelinas median las respuestas al estrés a través de las proteínas DELLA. Inducen germinación de semillas, movilización de reservas y promueven floración, además, intervienen en la formación de flores. El ácido glutámico tiene un efecto en la fotosíntesis al ser precursor de la síntesis de clorofila en las hojas en desarrollo. Del número total de flores, el 95% en promedio se desarrollaron a fruto. Lo anterior depende de la concentración de hormonas y reservas para atender las necesidades que requiere el crecimiento de fruto (Peña, 2019).

Auxinas y citoquininas: influencia sobre el crecimiento de frutos

En general, se acepta que las auxinas son responsables del incremento en la expansión celular de los tejidos de los frutos, aunque las concentraciones de auxinas suelen ser superiores en la semilla que en las células circundantes. Se presume que las auxinas causan un incremento en la extensibilidad de las paredes celulares e inducen la toma y retención de agua y solutos. Junto con la extensión de la pared celular se produce la síntesis de nuevo material de pared celular, que permitiría el enorme incremento en el 26 volumen celular (más de 10 veces) durante el desarrollo del fruto (Rosa, 2011).

Efecto de la aplicación de cppy sobre calidad de fruta en arándano alto (*vaccinium corymbosum* l.) cultivar elliot.

(Weaver, 1976), el mismo autor ha encontrado que existe una interacción con las auxinas en la diferenciación de cultivos de tejidos, regulando las expresiones de crecimiento. (Letham, 1969), encontró que las citocininas también son importantes para la movilización de elementos nutritivos de las plantas. Cuando una parte de una

hoja se trata con citocininas, los aminoácidos y otros elementos nutritivos son atraídos hacia la parte tratada.

Con la finalidad de obtener mayores antecedentes en relación al uso del regulador de crecimiento sintético del tipo citoquinina, folchlorfenuron (CPPU) en el cultivo del arándano alto, se estableció un ensayo orientado a evaluar el efecto de este compuesto sobre la calidad de la fruta en esta especie. De acuerdo a lo señalado, se planteó la hipótesis que aplicaciones de citoquininas permiten promover el tamaño de las bayas en arándano alto, incrementando el diámetro ecuatorial y peso promedio de frutos. Así, esta hormona juega un rol importante al determinar el número se debe considerar que según los tratamientos y estados fenológicos al momento de las aplicaciones, la baya se ve alterada en su forma, ya que el CPPU estimula la división periclinal de las células del fruto, lo que trae como resultado un crecimiento proporcionalmente mayor del diámetro que del largo. La presente investigación indica, al igual, que este incremento en el peso del fruto se transforma directamente en un aumento en la productividad tanto por superficie como por planta, el cual tiene relación con el tamaño de los frutos en respuesta a la aplicación de CPPU. Se debe señalar que el aumento en diámetro ecuatorial de las bayas en esta investigación, incrementa a medida que aumenta la dosis y el número de aplicaciones de CPPU. Se concluye que este compuesto muestra un amplio rango de actividad dependiendo del momento de aplicación y de la concentración, en un gran número de cultivos. El aumento de calibre se explica por el efecto promotor del crecimiento que poseen las citoquininas mediante la división celular (Contreras, 2010).

Aplicaciones en frutales. Encontraron que aplicaciones de CPPU sobre kiwis (*Actinidia chinensis* P.) y manzanos (*Pyrus malus* L.) durante las primeras etapas de desarrollo, incrementaron el tamaño del fruto. Esto sería debido a que la citocinina aumentaría la división celular. La desventaja fue que se perdió en algunos casos la forma típica del fruto, particularmente en kiwis (Leytón, 2018). Finalmente, una de las respuestas más poderosas de las citocininas es la rediferenciación de ciertos cultivos de tejidos, a órganos, y que, en combinación con las auxinas, las citocininas tienen una fuerte relación en los procesos de morfogénesis (Salisbury & Ross, 1994).

Evaluación de los reguladores de crecimiento hormonal cppy y kelpak como alternativa de manejo para incrementar el tamaño de fruta en el cultivo de arándanos.

Las respuestas de crecimiento y desarrollo de las plantas vienen reguladas por diversas sustancias endógenas que por su manera de actuar, similar a las hormonas animales, se conocen con el nombre de fitohormonas (Coletto, 1994). El funcionamiento de una planta depende de niveles específicos de hormonas naturales, cada una en equilibrio con las otras. Las fitohormonas ni actúan solas ni tienen una función simple, afectan a distintos órganos diferentemente, y al menos algunas operan secuencialmente. El término “hormona vegetal” pues, correctamente utilizado, hace sólo referencia a las sustancias sintetizadas naturalmente por la planta.

El término “regulador del desarrollo” o “fitorregulador” es más amplio y puede aplicarse a cualquier sustancia que modifique algún proceso fisiológico de la planta, (Fuentes, 2001) los reguladores del desarrollo vegetal o fitohormonas son compuestos orgánicos, de origen natural (endógeno) o sintético (exógeno), distintos a los nutrientes, que, en pequeñas cantidades, promueven, inhiben o modifican algunos de los procesos fisiológicos de las plantas. Se producen en determinados tejidos y normalmente son transportadas a otros en donde ejercen su acción, aunque también pueden ejercerla en los mismos tejidos en donde se forman (Fuentes, 2001). Las técnicas tradicionales de cultivo de las plantas actúan sobre el medio o sobre el propio vegetal con el objetivo de conseguir una mayor energía cosechable y/o una mayor calidad de los productos. La actuación más intensiva que puede realizarse sobre la propia planta es la manipulación de su equilibrio hormonal para conducirla hacia una determinada respuesta de crecimiento o desarrollo como objetivo económico (Coletto, 1994).

Reguladores de crecimiento en la fruticultura

Desde fines de la década de 1940, los fitorreguladores juegan un papel destacado en el manejo de la producción de especies frutales en general (micropropagación, desarrollo en vivero, control del crecimiento y floración de árboles jóvenes) y de la fisiología del fruto con fines comerciales en particular (incremento del

cuajado y del crecimiento en forma directa, raleo de frutos, demora de la abscisión de frutos, regulación de la maduración de los frutos y mejora de su calidad) (Sozzi, 2007).

Tienen la particularidad de que en algunas oportunidades el mismo principio activo ofrece distintas repuestas de acuerdo al momento de aplicación y a la concentración empleada. El efecto del clima local es muy marcado, como también lo es el cultivar. Esto hace que la mayoría deban ser estudiados en cada región y a lo largo de varias temporadas (Sánchez, 2003). El uso de reguladores de crecimiento, para controlar el cuajado y mejorar el tamaño, el color y la forma de los frutos, se convirtió en una herramienta importante entre las prácticas frutícolas, ya que permite incrementar la calidad y valor del producto y facilitar su expendio en el mercado. Hoy está bien establecido que la síntesis y la acción de citoquininas, auxinas y giberelinas son requeridas para el desarrollo normal de la mayoría de los frutos (Sozzi, 2007).

Amarre, rendimiento y calidad del fruto en naranja con aplicación de un complejo hormonal.

El amarre del fruto resulta de la conjunción de dos factores; la concentración de hormonas apropiadas, que estimulen el crecimiento del fruto e impiden su abscisión y el suministro de metabolitos suficiente para atender las necesidades nutricionales (Guardiola, 2004), en este trabajo se detectaron diferencias al aplicar las diferentes dosis del complejo hormonal, dado que el manejo del huerto fue similar para todos los tratamientos. Las citocininas al igual que las giberelinas incrementan su concentración en los ovarios en desarrollo durante el período de antesis como si formaran parte del estímulo hormonal que reactiva la división celular y estimula el crecimiento del fruto posibilitando su amarre. De acuerdo con (Galván, 2022) las aplicaciones exógenas de auxinas para mejorar el amarre del fruto no son eficaces, por lo que se desconoce su función en el amarre de frutos cítricos. Sin embargo, al aplicarlas en un complejo hormonal, como en este caso, aun cuando se desconoce su función en aplicaciones individuales, en conjunto los tres grupos de hormonas parecen potenciar los efectos individuales al incrementar los porcentajes de amarre del fruto.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Localización.

El trabajo se realizó en el huerto Santa Inés, durante la temporada 2021-2022 con una superficie de 20 hectáreas al lado izquierdo del aeropuerto de Morelia Michoacán (Figura 1).

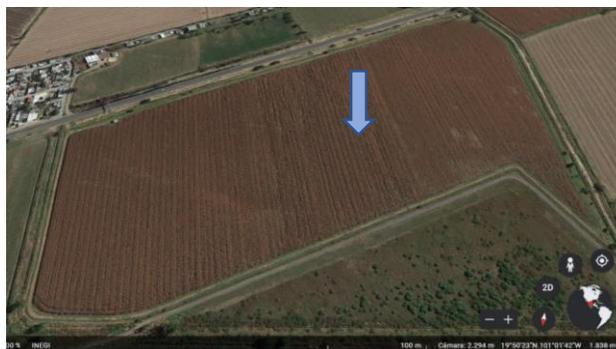


Figura 1. Ubicación del cultivo de fresa en Álvaro Obregón.

Ubicación geográfica. El cultivo se encuentra situada sobre las siguientes coordenadas geográficas latitud 19° 50'23" y longitud 101° 01'42". Contando con una altitud de 1838 msnm.

Orografía. Su relieve lo constituyen la depresión de Cuitzeo; las lomas de la Purísima, Quirio y Tzentzenguaro; y los cerros, Policarpo, Las Reservas, La Tuna, La Peña y El Grande de los Remedios.

Hidrografía. Su hidrografía la constituye el río Grande de Morelia y parte del lago de Cuitzeo.

Clima. Su clima es templado con lluvias en verano; tiene una precipitación pluvial anual de 918.8 milímetros y temperaturas que oscilan de 12 a 27.4° centígrados.

Recursos naturales. La superficie forestal es ocupada por especies no maderables: matorrales diversos y plantas hidrófilas.

Características y Uso de Suelo. Los suelos del municipio datan de los períodos cenozoico y cuaternario y corresponden principalmente a los del tipo podzólico y de pradera. Su uso es primordialmente agrícola y en menor proporción ganadero y forestal.

Principales Ecosistemas. El municipio tiene bosque mixto, con encino, sabino y sauce; y pradera con nopal, huisache y diversos matorrales. Su fauna la conforman armadillo, cacomixtle, coyote, ardilla, zorrillo, pato y diversos peces, como la carpa y el bagre.

6.2 Materiales, equipo y herramientas.

Para la investigación se requirió lo siguiente:

- ❖ 32 plantas de fresa
- ❖ Sistema de producción tecnificado (macrotúnel).
- ❖ Vernier
- ❖ Báscula
- ❖ Atomizadores
- ❖ Jeringa
- ❖ Rafia
- ❖ Palillos
- ❖ Libreta
- ❖ Computadora

6.3 Diseño del experimento

6.3.1 Conformación de tratamientos.

La investigación se llevó a cabo en el Municipio de Álvaro Obregón Michoacán, el día 07 de Octubre del año 2021 en un cultivo de fresa, en condiciones de Macro túnel, con sistema de fertirriego de cintilla; se realizaron seis aplicaciones foliares con intervalos de ocho día.

A continuación, se muestran los tratamientos de estudio empleados en la investigación:

Cuadro 2. Conformación de tratamientos establecidos.

Trat. 1		Trat. 2		Trat. 3		Trat. 4 Testigo	
Rep. 1	Rep. 2	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 1	Rep. 2
Rep. 3	Rep. 4	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 3	Rep. 4

6.3.2 Diseño experimental y modelo matemático.

Los tratamientos se establecieron en un diseño experimental, completamente al azar, con cuatro tratamientos, y cuatro repeticiones por cada tratamiento.

El modelo matemático del diseño se menciona a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, t$$

$$j = 1, 2, \dots, n_i$$

Dónde:

Y_{ij} = Observación correspondiente a la j-ésima unidad experimental que recibió el i-ésimo tratamiento

μ = Media general

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

ϵ_{ij} = Error aleatorio.

6.4 Variables respuesta

Variables Generativas.

Diámetro ecuatorial: Se midieron los frutos de fresa de cada planta, tomando la parte media del fruto con ayuda de un vernier se midió el diámetro en milímetros.

Diámetro polar: La longitud se determinó del fruto de la fresa de cada planta de la base de la fresa hacia el ápice. Con ayuda del vernier se tomó el dato en milímetros.

Rendimiento: Se cosechó y contó de forma directa cada fruto de fresa por planta.

Peso: Cada fruto cosechado de cada planta se pesó en báscula y se expresó su peso en gramos.

6.5 Análisis de la información.

Con la información, se determinó en cada variedad y un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias (método Tukey con $\alpha 0.05$) para determinar si algún tratamiento fue diferente superior para cada variedad y de igual modo

determinar cuál fue el tratamiento diferente, para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico SAS (*Statistical Analysis System*).

6.6 Seguimiento del cultivo.

Riego: Se cubrieron los requerimientos nutricionales como el tiempo óptimo mediante el fertirriego, en la etapa fenológica de producción del cultivo de fresa; se aplicaron tres riegos por día, con un tiempo de 20 minutos y un gasto de 448,000 Lt / 20 min. (Figura 2).



Figura 2. Fertirriego en cultivo de fresa.

Fumigación: Se continuó con las aplicaciones foliares de los pesticidas como de complementos foliares para el mayor control del cultivo de fresa y por ende mayor aprovechamiento de la fisiología de la planta, (Figura 3).



Figura 3. Aplicación de pesticidas o fertilizantes foliares.

Poda: Se continuaron con podas eliminando los estolones para seguir induciendo a la planta a floración, también se da el mantenimiento de podas para hojas viejas, como hojas donde hay mayor incidencia de araña roja (*Tetranychus Urticae*). Para si mismo los brotes nuevos se desarrollen sanos (Figura 4).



Figura 4. Podas de estolón y hojas viejas en cultivo de fresa.

Aireación del macrotúnel: Se continua el mantenimiento para los plásticos de los túneles, al subirlos a una altura de un metro a metro y medio de cada lado para que se dé el efecto de aireación por ende baje la temperatura dentro del túnel circulando el aire nos ayude a un mayor control de hongos, como control de la propagación de arañita (Figura 5).



Figura 5. Aireación en cultivo de fresa.

Cosecha: Se recolecta la fresa de mayor tamaño y que tenga mejores características cualitativas y cuantitativas para empaque de exportación la demás fresa cosechada que presenta algún defecto o tamaño chico se dirige para mercado nacional (Figura 6).



Figura 6. Fresas cosechadas y escogidas para empaqué.

Monitoreo: Se da un recorrido a campo cada día realizando un monitoreo de plagas como de enfermedades, deficiencias, deformidades, y monitoreo de humedad en la cama para tomar acciones correctivas lo más pronto posible dependiendo de la gravedad en que se presente algún condición biótica (Figura 7).



Figura 7. Monitoreo diario en cultivo de fresa.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados encontrados en la presente investigación, se presentan de manera separada para cada una de las variedades, analizando cada variable respuesta.

7.1 Variedad Cabrillo.

7.1.1 Número de frutos promedio por planta.

Los análisis de varianza y prueba de comparación de medias ($P \leq 0,05$), (Cuadro 1A) arrojaron efecto significativo del tratamiento dos (aplicación foliar de Maxigrow a dosis de 0.93 mL^{-1}) sobre la variable número de frutos; superando los tratamientos en un 44 %, (T1: Selecto) 62 %, (T3: X-cyte), 75 % (T4: testigo), (Figura 8).

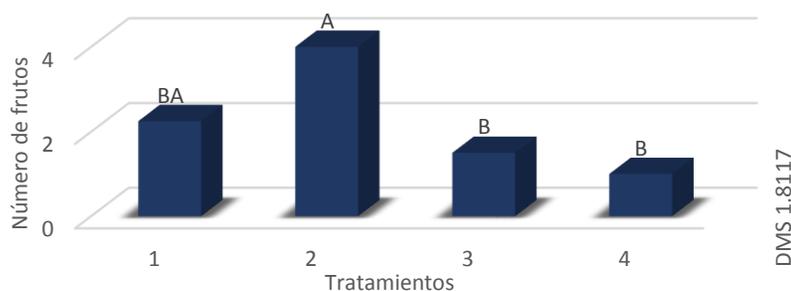


Figura 8. Número de frutos por planta en la variedad Cabrillo.

Los resultados anteriores pueden explicarse debido a que (Deccoiberica, 2020)., indica que los fitorreguladores tienen como objetivo principal mejorar los procesos fisiológicos de las plantas, lo que redundará en una mejora de la producción. Sin embargo, las citocininas al igual que las giberelinas incrementan su concentración en los ovarios en desarrollo durante el período de antesis como si formaran parte del estímulo hormonal que reactiva la división celular y estimula el crecimiento del fruto posibilitando su amarre.

Para mejorar el amarre del fruto no son eficaces, por lo que se desconoce su función en el amarre de frutos cítricos. Sin embargo, al aplicarlas en un complejo hormonal, como en este caso, aun cuando se desconoce su función en aplicaciones individuales, en conjunto los tres grupos de hormonas parecen potenciar los efectos individuales al incrementar los porcentajes de amarre del fruto. (Guardiola, 2004) menciona que el amarre del fruto resulta de la conjunción de dos factores; la concentración de hormonas apropiadas, que estimulen el crecimiento del fruto e impiden su abscisión y el suministro de metabolitos suficiente para atender las necesidades nutricionales.

7.1.2 Peso promedio por fruto (gramos).

Los análisis de varianza y prueba de comparación de medias ($P \leq 0,05$), (Cuadro 2A) arrojaron efecto significativo del tratamiento dos (aplicación foliar de Maxigrow a dosis de 0.93 mL-1) en el cuarto corte sobre la variable peso de frutos; superando los tratamientos (T1: Selecto, 46 %), (T3: x-cyte, 26 %), y (T4: Testigo, 19 %), (Figura 11).

Se encontró efecto significativo del tratamiento cuatro (testigo) que consistió en ninguna aplicación foliar sobre la variable peso de frutos; superando en el primer corte en un 52 %, 42 %,54 % (Figura 9), y en un segundo corte un 28 %, 25 %,5 % al peso de frutos obtenidos con los tratamientos 1, 2 ,3 que consistieron en aplicaciones foliares (T1: Selecto, T2: Maxi Grow, T3: X-cyte), (Figura 10).

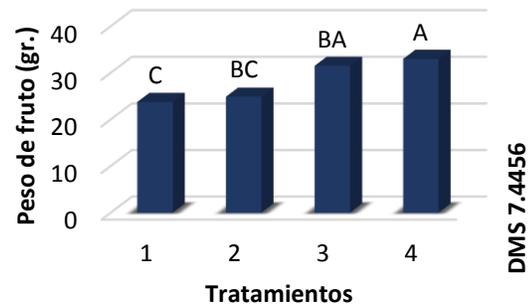
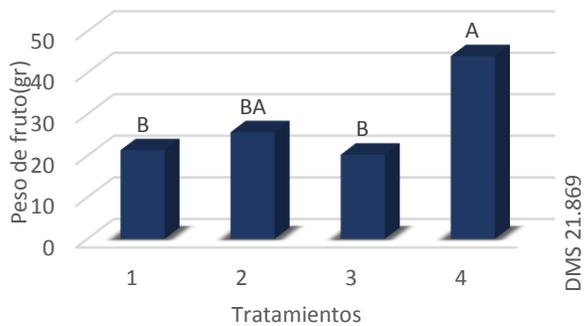


Figura 9. Peso promedio de fruto por planta, primer corte.

Figura 10. Peso promedio de fruto por planta de fresa, segundo corte.

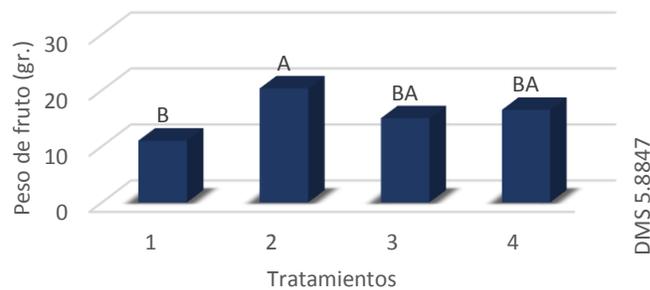


Figura 11. Peso promedio de fruto por planta de fresa, cuarto corte

Los resultados anteriores del cuarto corte pueden explicarse debido a que está bien establecido que la síntesis y la acción de citoquininas, auxinas y giberelinas son requeridas para el desarrollo normal de la mayoría de los frutos (Sozzi, 2007), encontró que las citocininas también son importantes para la movilización de elementos

nutritivos de las plantas. Cuando una parte de una hoja se trata con citocininas, los aminoácidos y otros elementos nutritivos son atraídos hacia la parte tratada, (Letham 1969).

Los resultados de los cortes uno y dos se puede explicar ya que los fitorreguladores por lo general se usan para superar condiciones limitantes de cultivo o situaciones de estrés, por lo que su efecto no necesariamente se notaría en huertos con buen desarrollo y sin estrés (Redagráfica, 2017).

7.1.3 Diámetro Ecuatorial (milímetros).

Los análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Cuadro 3A) arrojaron efecto significativo del tratamiento dos en el cuarto corte (aplicación foliar de Maxigrow a dosis de 0.93 mL-1) sobre la variable diámetro ecuatorial de los frutos; superando en un 17 %, 14 % 5 % al diámetro ecuatorial de los frutos obtenidos con los tratamientos T1: Selecto, T3: X-cyte, T4: Testigo (Figura 14).

Se encontró efecto significativo del tratamiento 4 (testigo) el que consistió en ninguna aplicación foliar sobre la variable diámetro ecuatorial; en el primer corte superando en un 27 %, 16 %, 30 % (Figura 12), y un segundo corte superando en un 19 %, 12 %, 14 % obtenidos con los tratamientos 1, 2, 3 que consistió en aplicación foliar (T1: Selecto, T2: Maxi Grow, T3: Xcyte), (Figura 13).

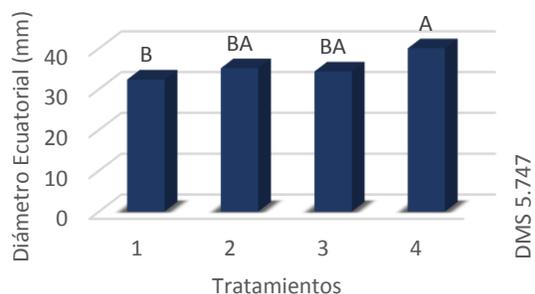
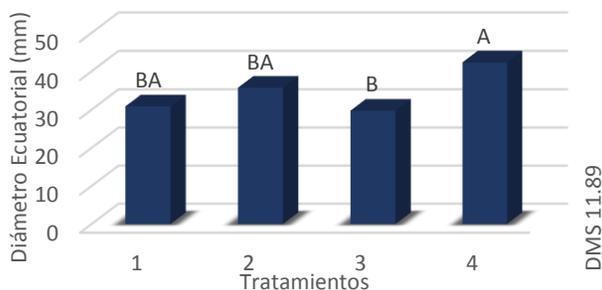


Figura 12. Diámetro ecuatorial, primer corte.

Figura 13. Diámetro ecuatorial, segundo corte.

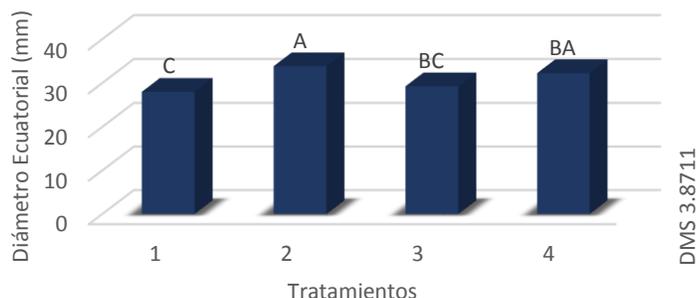


Figura 14. Diámetro ecuatorial, cuarto corte.

Los resultados obtenidos en los cortes uno y dos explica (Redagrícola, (2017) que efecto de los fitorreguladores no necesariamente se notaría en huertos con buen desarrollo y sin estrés. No obstante, en el corte 4 menciona (Contreras, 2010), se debe señalar que el aumento en diámetro ecuatorial de las bayas, incrementa a medida que aumenta la dosis y el número de aplicaciones de CPPU, (citoquinina, folclorfenuron). (Salisbury y Ross, 1994), menciona que finalmente una de las respuestas más poderosas de las citocininas es la rediferenciación de ciertos cultivos de tejidos, a

órganos, y que, en combinación con las auxinas, las citocininas tienen una fuerte relación en los procesos de morfogénesis.

7.1.4 Diámetro polar (milímetros).

Los análisis de varianza y prueba de comparación de medias ($P \leq 0,05$), (Cuadro 3) indican que no existió efecto significativo en la variable diámetro polar de las fresas en los tratamientos.

Cuadro 3. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para Diámetro Polar de la Var. Cabrillo.

Tratamiento	Media	Grupo Tukey
primer corte		
1	35.08	A
2	40.65	A
3	35.51	A
4	52.2	A
segundo corte		
1	44.87	A
2	44.66	A
3	49.4	A
4	47.4	A
tercer corte		
1	38.37	A
2	32.58	A
3	39.05	A
4	40.2	A
cuarto corte		
1	34.5	A
2	39.66	A
3	37.25	A
4	37.75	A

Sin embargo se le atribuye a la genética de la fresa, variedad cabrillo que el crecimiento se da de forma ecuatorial, ya que menciona (GardenLux, 2016), la forma es simétrica, cónica, ligeramente aplanada (ensanchada a los lados).

7.2 Variedad Petaluma.

7.2.1 Número de frutos promedio por planta.

Los análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Cuadro 4) arrojaron efecto nulo significativo en la variable número de frutos promedio de los tratamientos.

Cuadro 4. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para Diámetro polar de la Var. Petaluma.

Tratamiento	Media	Grupo Tukey
Primer corte		
1	4	A
2	2.25	A
3	2.5	A
4	2.75	A
Segundo corte		
1	8.5	A
2	4.5	A
3	5	A
4	4	A

Sin embargo una planta que crece en condiciones óptimas se halla en situación de estrés cero. Esta situación implica que todos los factores (luz, nutrientes, agua, temperatura, oxígeno) están en su punto óptimo (Ortiz, 2020). Por lo general los fitorreguladores se usan para superar condiciones limitantes de cultivo o situaciones de estrés, por lo que su efecto no necesariamente se notaría en huertos con buen desarrollo y sin estrés (Redagrícola, 2017).

7.2.2 Peso promedio por fruto (gramos).

Los análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Cuadro 5) arrojaron efecto nulo significativo en la variable peso promedio de fruto de los tratamientos.

Cuadro 5. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para peso promedio por fruto de la Var. Petaluma.

Tratamiento	Media	Grupo Tukey
Primer corte		
1	25.5	A
2	21.66	A
3	26.33	A
4	21.12	A
Segundo corte		
1	22.25	A
2	21.75	A
3	18.5	A
4	25.87	A

Los nutrimentos que están al alcance del sistema radical y cuando estos se encuentran en cantidades adecuadas la planta responde mejor a un crecimiento y desarrollo que se ve reflejado en la productividad, de esta forma los cultivos se hacen más rentables (Willard, 1983). Por lo que su efecto de los fitorreguladores no necesariamente se notaría en huertos con buen desarrollo y sin estrés (Redagrícola, 2017).

7.2.3 Diámetro Ecuatorial (milímetros).

Los análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Cuadro 4A) arrojaron efecto significativo del tratamiento 3 (aplicación foliar de Xcyte a dosis de 1.87mLL^{-1}) sobre la variable diámetro ecuatorial de los frutos; superando en un 17 %, 8 %, 25 % al diámetro ecuatorial de los frutos obtenidos en los tratamientos T1: Selecto, T2: Maxi grow y T4: testigo (Figura 15).

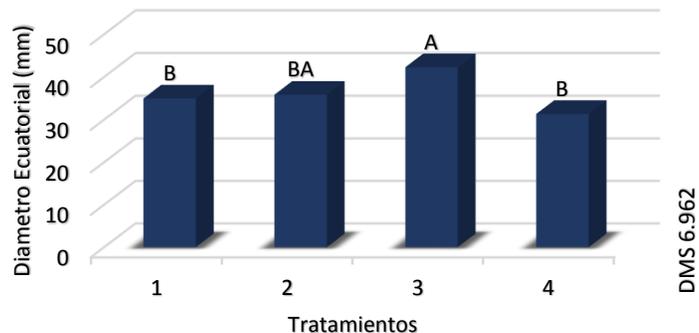


Figura 15. Diámetro ecuatorial Variedad Petaluma.

. El aumento de calibre se explica por el efecto promotor del crecimiento que poseen las citoquininas mediante la división celular (Contreras, 2010). Aplicaciones en frutales encontraron que aplicaciones de CPPU (citoquinina, folclorfenuron) sobre kiwis (*Actinidia chinensis P.*) y manzanos (*Pyrus malus L.*) durante las primeras etapas de desarrollo, incrementaron el tamaño del fruto (Leytón, 2018).

7.2.4 Diámetro polar (milímetros).

Los análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Cuadro 6) arrojaron efecto nulo significativo en la variable diámetro polar de los tratamientos.

Cuadro 6. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para Diámetro polar de la Var. Petaluma.

Tratamiento	Media	Grupo Tukey
primer corte		
1	39.31	A
2	40.43	A
3	40	A
4	38.52	A
segundo corte		
1	39.75	A
2	40.38	A

3	41	A
4	42.3	A

Por lo general los fitorregladores se usan para superar condiciones limitantes de cultivo o situaciones de estrés, por lo que su efecto no necesariamente se notaría en huertos con buen desarrollo y sin estrés (Redagícola, 2017).

8. CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados obtenidos se puede concluir que:

En la Variedad de fresa Cabrillo, el producto "Maxi grow" logro un mayor rendimiento y calidad de fresa, mostró efecto significativo en las variables "Número de fruta por planta", "Peso de fruto", "Diámetro Ecuatorial" con una dosis 0.93 mL-1, pero fue hasta la cuarta aplicación que se mostraron los resultados de las aplicaciones foliares con los fitorreguladores.

En la Variedad de fresa Petaluma, el tratamiento cuatro mostro efecto significativo en la variable respuesta diámetro ecuatorial.

9. RECOMENDACIONES

Seguir investigando los efectos de los fitorreguladores en las aplicaciones foliares en diferentes dosis como número de aplicaciones exógenas.

Realizar trabajos de investigación, con dosis similares de fitorreguladores en otras zonas.

Dar seguimiento y profundizar a mayor escala el experimento con el fin de implementar un manejo que ayude a mejorar la producción de fresas en zonas desarrollo con bajos rendimientos.

10. BIBLIOGRAFÍA

- AgroEs (2013). *Fresa y el Fresón, taxonomía, y descripción botánicas, morfológicas, fisiológicas y ciclo biológico*. <https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/colifor/353-fresa-y-el-freson-descripcion-morfologia-y-ciclo#:~:text=Encuadramiento%20taxon%C3%B3mico%20de%20la%20fresa,Rosaceae%20Juss.&text=Fragaria%20vesca%20L.,Fragaria%20viridis%20Duch>.
- Agropedia (2019). *Cultivo de fresa o frutilla*. <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-la-fresa-o-frutilla/>
- Agrotendencia. (2019). *Cultivo de Fresa o Frutilla*. <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-la-fresa-o-frutilla/#:~:text=La%20planta%20de%20fresa%20es,como%20lo%20veremos%20m%C3%A1s%20adelante>.
- Agrowm. (2020). *Merced*. <https://www.agrowm.co/merced/#:~:text=Su%20fruto%20tiene%20forma%20corta,Tetranychus%20urticae%20y%20Phytonemus%20pallidus>.
- Alcántara J. S. & Acero J. & Alcántara J.D. & Sánchez R. M. (2019). *Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal*. NOVA 17 (32): 109-129. cielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf/amp/#:~:text=Una%20hormona%20vegetal%20o%20fitohormona,vegetales%20y%20permitiendo%20su%20control.
- Altamirado Hernández, R.C. (2004). "El cultivo de la fresa para el ciclo otoño-invierno, en California, Estados Unidos del Norte América" [Tesis para título, Universidad de Guadalajara].
- Amézquita Álvarez, M. A. (2018). *Niveles de "Bocashi" y "Microorganismos Eficaces" en el rendimiento de fresa (fragaria x ananassa Duch) cv. Selva en condiciones de zonas áridas-irrigación majes*. [Título Profesional. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6141/AGamalma.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Baixauli, H. (2021). *Fresa: plagas y enfermedades*. Phytoma.com. <https://www.phytoma.com/sanidad-vegetal/avisos-de-plagas/fresa-plagas-y-enfermedades-febrero-2021>
- Bioagro (2014). *Efecto de giberelinas y 6-bencilaminopurina en la producción de fresas*. https://www.buscagro.com/detalles/Efecto-de-giberelinas-y-6-bencilaminopurina-en-la-produccion-de-fresas_71128.htm
- Bolda M. & Shaw D. & Gordon T. (2015). *Fresas y moras*. <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=19071#:~:text=Al%20compararla%20con%20la%20variedad,y%20buenas%20caracter%C3%ADsticas%20de%20almacenamiento.>
- Bonet J. (2010). *Desarrollo y caracterización de herramientas genómicas en fragaria diploide para la mejora del cultivo de fresa*. [Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona]. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/42009/jbg1de1.pdf?sequence=1>
- Bonilla C. R. (2011). *Cartillas del Corredor Tecnológico Cultivando su Futuro*, Universidad Nacional de Colombia, Corredor Tecnológico Agroindustrial; Bogotá.
- Calderón, A.E. (1980). *Fruticultura general*. Editorial Limusa. México. 759 p.
- Cerezo J. (2017). *Fisiología vegetal. Giberelinas*. <https://georgiusm.files.wordpress.com/2017/11/tema-10-giberelinas.pdf>
- Certis Europe España. (2020). *Botrytis en fresa: síntomas y tratamientos para esta enfermedad*. Certiseurope.es. <https://www.certiseurope.es/noticias/detalle/news/botrytis-en-fresa-sintomas-y-tratamientos-para-esta-enfermedad>
- Chiqui F. & Lema M. (2010). "Evaluación del rendimiento en el cultivo de fresa (*Fragaria* sp) variedad oso grande, bajo invernadero mediante dos tipos de fertilización (orgánica y química) en la parroquia Octavio Cordero Palacios, Cantón Cuenca".

[Tesis para título, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4745/1/UPS-CT001855.pdf>

Coletto, J.M. (1994). Crecimiento y desarrollo de las especies frutales. Madrid, Editorial Mundi-Prensa. 169 p

Contreras M. R. (2010). *Efecto de la aplicación de cppu sobre calidad de fruta en arándano alto (vaccinium corymbosum l.) cultivar elliot*. [Tesis para Titulo, Universidad de la frontera facultad de ciencias agropecuarias y forestales]. <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/efecto-aplicacion-cppu-fruta-arandano-alto/efecto-aplicacion-cppu-fruta-arandano-alto.pdf>

Deccoiberica (2020). *La importancia de los fitorreguladores del crecimiento*. <https://www.deccoiberica.es/la-importancia-de-los-fitorreguladores-del-crecimiento/#:~:text=El%20uso%20de%20fitorreguladores%20es,la%20calidad%20de%20las%20cosechas>.

Díaz A. (2017). *Las variedades de fresa con más vida útil - Plantas de fresa*. Viveros California. <https://www.viveroscalifornia.com/noticias/vida-util-plantas-de-fresa>

Dokoozlian, N. (2001). CPPU; a potencial new plant growth regulator for California table grape. University of California. <http://cetulare.ucdavis.edu/pub/grapelst.htm>

Eurosemillas. (2014). San Andreas. Lo que pide la tierra. <http://www.eurosemillas.com/es/variedades/fresa/item/27-san-andreas.html>

Fuentes, J.L. (2001). *Iniciación a la Botánica*. Madrid, Editorial Mundi-Prensa. 233 p

Galván, J. J. & Briones, F. & Rivera P., & Valdés, L. A., % Soto, M., & Rodríguez, J., & Salazar, O. (2022). *Amarre, rendimiento y calidad del fruto en naranja con aplicación de un complejo hormonal*. Agricultura Técnica En México, 35(3), 339–345. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172009000300011

- GardenLux (2016). *Descripción y características de la fresa remontante cabrillo*.
<https://gardenlux-es.designluxpro.com/sad-i-ogorod/yagody/opisanie-i-harakteristiki-remontantnoy-klubniki-cabrillo-kabrilo.html#i-12>
- Giménez G. & Paullier J. & Maeso D. (2003). Identificación y manejo de las principales enfermedades y plagas en el cultivo de frutilla.
<http://www.inia.uy/publicaciones/documentos%20compartidos/111219240807161309.pdf>
- Guardiola, B. J. L. (2004). *Cuajado del fruto, aspectos hormonales y nutricionales*. Universidad Politécnica de Valencia, España. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=448379&pid=S0568-2517200900030001100007&lng=es
- ITSC (2018). *Manual de producción de fresa en Coalcomán Michoacán*.
<https://www.itscoalcoman.edu.mx/content/descargas/vinculacion/MANUAL%20PARA%20CULTIVO%20DE%20FRESA%20EN%20COALCOMAN.pdf>
- Jordán M. & Casaretto, J. (2006). *Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas*.
<https://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Auxinasgiberelinasycitocininas.pdf>
- Laskowski L. E. (2006). *Características de la abscisión del fruto de naranja citrus sinensis (l.) osbeck cv. salustiana*. Bioagro, 18(1): 25-30.
<https://www.redalyc.org/pdf/857/85718103.pdf>.
- Leytón. E.L. (2018). *Efecto de las citoquininas en la calidad de baya de vitis vinífera L. Var. Red Globe en Nepeña, Ancash*. [Tesis para optar el título profesional, Universidad nacional de Trujillo facultad de ciencias agropecuarias escuela académico profesional de agronomía].
<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9926/Leyt%C3%B3n%20Rodr%C3%ADguez%20Edwin%20Leonardo.pdf?sequence=1>

Letham, D.S. (1969). *Las citoquininas y su relación con otras fitohormonas*. Biociencia, 19,309-316.

<https://doi.org/10.2307/1294513>

Ministerio De Agricultura Pesca y Alimentación. (2019). *Guía de gestión integrada de plagas. Fresa y fresón*. Editorial MAPA
https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/guiagiopfresayfreson_tcm30-507859.pdf

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2007). *Agrocadena de Fresa*.
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-9555.pdf>

Ministerio de Agricultura. (2008). *Estudio de la fresa en el Perú y el Mundo*.
https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/estudio_fresa.pdf

Naturelux. (2016). *Variedad de fresa cabrillo*.
<https://naturelux.woman365pro.com/es/klubnika-zemlyanika/sort-klubniki-kabrillo-kabrilo.html>

News, A. (2017). *Aumenta en México la exportación de fresa - Grupo SACSA*. Grupo SACSA. <https://www.gruposacsa.com.mx/aumenta-en-mexico-la-exportacion-de-fresa/>

Ortiz R. I. (2020). *Reducción del estrés por medio de compuestos elicitores de la más reciente tecnología juníperus*. Agroenzymas..
https://agroenzymas.com/blog_05.html#:~:text=Una%20planta%20que%20crece%20en,condiciones%20que%20crecen%20las%20plantas.

Peña Y.A. (2019). *Poda y Biorreguladores en la Brotación, Producción y Calidad de fruto de Arándano "Biloxi"*. [Título de maestría, Colegio de Postgraduados].
http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/4216/1/Pena_Rico_Y_A_MC_RGP_Fructicultura_2019.pdf

Portalfruticola. (2019). *Guía técnica de principales plagas y enfermedades de la frutilla (fresa)*. Plagas, enfermedades y malezas.

<https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/03/20/guia-tecnica-de-principales-plagas-y-enfermedades-de-la-frutilla-fresa/>

PROAIN Tecnología. (2020). *El riego en la producción de fresa*. ProainShop; ProainShop. <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/el-riego-en-la-produccion-de-fresa>

Proplantas tecnologías agrícolas (2018). *Cabrillo*. https://www.proplantas.com/plantas-de-fresa/pdf/Ficha_Cabrillo.pdf

Redagrícola (2017). *Fitohormonas: reguladores de crecimiento y bioestimulantes - Redagrícola Chile. Redagrícola Chile*. <https://www.redagricola.com/cl/fitohormonas-reguladores-de-crecimiento-y-bioestimulantes/>

Representación Agricultura Michoacán. (2018). *Michoacán se Mantiene en Primer Lugar a Nivel Nacional en Producción de Fresa*. Gob.mx. <https://www.gob.mx/agricultura/michoacan/articulos/michoacan-se-mantiene-en-primer-lugar-a-nivel-nacional-en-produccion-de-fresa?idiom=es#:~:text=%EF%82%B7%20Se%20cultivan%20en%20Michoac%C3%A1n,%2C%20Tanganc%C3%ADcuaro%2C%20Jacon%C3%A1%20y%20Panind%C3%ADcuaro>.

Rivera N. & .Ochoa D.L. & Rojas R. & Rodríguez D. & Aranda S. & Zapién J.M. (2017). *Variabilidad genética de Xanthomonas fragariae y su severidad en genotipos de fresa (Fragaria x ananassa Duch)*. Agrocencia, 51: 329-341. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v51n3/1405-3195-agro-51-03-00329-en.pdf>

Rosa, C. (2011). *Evaluación de los reguladores de crecimiento hormonal cppu y kelpak como alternativa de manejo para incrementar el tamaño de fruta en el cultivo de arándanos*. [Tesis para título, Universidad de la Republica]. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/9722/1/3733ros.pdf>

- Sáez, M.N. (2016). *Usos de giberelinas de síntesis en la fruticultura chilena*. [memoria de título, Universidad de Chile Facultad de Ciencias Agronómicas]. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/150997/Usos-de-giberelinas-de-sintesis-en-la-fruticultura-chilena.pdf;jsessionid=07DC9F428529E09B76294EF6A62CAC52?sequence=1>
- Sánchez, E. E. (2003). *Reguladores de crecimiento empleados en la fruticultura*. Rompecabezas Tecnológico. no. 39: 15-22. http://www.inta.gov.ar/altovalle/info/biblo/rompecabezas/pdfs/rompe39_sanchez.pdf
- Sánchez, Y. (2015). *Caracterización morfológica y productiva de selecciones avanzadas de fresa (Fragaria ananassa Duch)*. [Tesis de maestría, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo]. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/2056/FAPJ-M-2015-1562.pdf?sequence=1
- Silva M. A. (1988). *Efecto de cuatro fitorreguladores en el crecimiento y rendimiento del girasol (ihelianthus annuus l.)*. [Tesis para obtener título de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/6024/1/1080087114.PDF>
- Sozzi, G. (2007). *Fisiología del crecimiento de los frutos. Árboles frutales; ecofisiología, cultivo y aprovechamiento.*, Universidad de Buenos Aires. <https://silo.tips/download/arboles-frutales-ecofisiologia-cultivo-y-aprovechamiento-editor-gabriel-o-sozzi>
- Surendra K. & Dara Faber B. & Bolda M. (2015). *Manual de Producción de Fresa para los Agricultores de la Costa Central (2ª ed.)*. <https://cesantabarbara.ucanr.edu/files/228580.pdf>
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2006) *Plant physiology. 4th Edition, Sinauer Associates, Inc., Sunderland. 4th Edition* -

[https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkozje\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=717115](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkozje))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=717115)

UC Statewide IPM Program (UC IPM). (2015). *Cyclamen Mite, strawberry*. Agriculture Pest Management Guidelines. <https://www2.ipm.ucanr.edu/agriculture/strawberry/cyclamen-mite/#TREATMENT>

Viasus G. & Álvarez J. & Alvarado O. (2013). *Efecto de la aplicación de giberelinas y 6-bencilaminopurina en la producción y calidad de fresa (Fragaria x Ananassa Duch.)*. Bioagro, 25(3), 195–200. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612013000300007

Weaver, R. (1976). *Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura*. Ed. Trillas, México D.F. <https://biblioteca.ecosur.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=4841>

Westwood, M. (1982). *Fruticultura en zonas templadas*. Ediciones Mundiprensa. 461 P.

Willard, H.G. (1983). *Manual de los fertilizantes*. Editorial Limusa. México. 292 p.

Yaselga, R.(2015). *Rendimiento de tres variedades de fresa (Fragaria vesca L) bajo dos tipos de cobertura de suelos en sistemas de microtúneles*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/992/T-UTB-FACIAG-AGR-000191.pdf;jsessionid=5C17B3A97C8B3D1B50348301DDCEF862?sequence=1>

Zamora R. & Salazar I. (2018). *Importancia de la producción de fresa en el sector agrícola en Zamora, Michoacán*. Realidad económica. Núm. 47. https://realidadeconomica.umich.mx/index_files/importancia_de_la_produccion_de_fresa8.pdf

Zavaleta E. J. (2019). *Zonificación agroclimática de los cultivos de fresa (fragaria chiloensis l.), lechuga (lactuca sativa l.) y repollo (brassica oleracea var. capitata l.)*. [Tesis para título, Universidad de el Salvador]. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20553/1/13101709.pdf>

11. ANEXOS

Tabla 1A. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para número de frutos de la Var. Cabrillo.

Tratamientos	Medias	Grupo Tukey
primer corte		
1	2.25	BA
2	4	A*
3	1.5	B
4	1	B
segundo corte		
1	3.25	A
2	4.5	A
3	4	A
4	3	A
tercer corte		
1	10	A
2	12.25	A
3	4.25	A
4	4	A
cuarto corte		
1	3	A
2	2.5	A
3	4	A
4	4.5	A

Tabla 2A. Análisis de varianza y prueba de comparación de media para peso de frutos de la Var. Cabrillo.

Tratamientos	Medias	Grupo Tukey
Primer corte		
1	21.33	B
2	25.66	BA
3	20.25	B
4	44	A*
segundo corte		
1	23.75	C
2	24.87	BC
3	31.5	BA
4	33	A*
tercer corte		
1	18.43	A
2	21.4	A

3	20.15	A
4	25.56	A
Cuarto corte		
1	11	B
2	20.33	A*
3	15	BA
4	16.5	BA

Tabla 3A. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para Diámetro ecuatorial de la Var. Cabrillo.

Tratamientos	Medias	Grupo Tukey
Primer corte		
1	30.85	BA
2	35.7	BA
3	29.73	B
4	42.3	A*
Segundo corte		
1	32.33	B
2	35.11	BA
3	34.3	BA
4	40	A*
Tercer corte		
1	31.6	A
2	42.35	A
3	33.65	A
4	36.7	A
Cuarto corte		
1	28	C
2	33.83	A*
3	29.25	BC
4	32.25	BA

Tabla 4A. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para Diámetro Ecuatorial de la Var. Petaluma.

Tratamientos	Medias	Grupo Tukey
primer corte		
1	34.96	B
2	35.83	BA
3	42.26	A*

4	31.72	B
segundo corte		
1	30.1	A
2	31.28	A
3	33	A
4	33.22	A