



**UNL**

Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

### Facultad de Agropecuaria y Recursos Renovables

#### Carrera de Ingeniería Agronómica

# Efecto de la aplicación del ácido giberélico y la poda para mejorar el rendimiento en el cultivo de naranja (*Citrus sinensis* O. var. Valencia) en Zapotepamba, Provincia de Loja

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo

#### **AUTOR:**

David Vladimir Valle Castillo

#### **DIRECTOR:**

Ing. Johnny Fernando Granja Travez MSc.

Loja – Ecuador

2023

## Certificación

Loja, 20 de marzo del 2023

Ing. Jhonny Fernando Granja Travez MSc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

### C E R T I F I C O:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Efecto de la aplicación del ácido giberélico y la poda para mejorar el rendimiento en el cultivo de naranja (*Citrus sinensis* O. var Valencia) en Zapotepamba, Provincia de Loja** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agrónomo**, de la autoría de la estudiante: **David Vladimir Valle Castillo**, con **cédula de identidad Nro. 1150033585**, una vez el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Firmado electrónicamente por:  
JOHNNY FERNANDO  
GRANJA TRAVEZ

Ing. Jhonny Fernando Granja Travez MSc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## **Autoría**

Yo, **David Vladimir Valle Castillo**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

**Firma:**

**Cédula de identidad:** 1150033585

**Fecha:** 21 de julio del 2023

**Correo electrónico:** [david.valle@unl.edu.ec](mailto:david.valle@unl.edu.ec)

**Teléfono:** 0991522140

**Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.**

Yo, **David Vladimir Valle Castillo** declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Efecto de la aplicación del ácido giberélico y la poda para mejorar el rendimiento en el cultivo de naranja (*Citrus sinensis* O. var. Valencia) en Zapotepamba, Provincia de Loja;** como requisito para optar por el título de **Ingeniero Agrónomo**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veintiún días del mes de julio de dos mil veintitrés.

**Firma:**

**Autor:** David Vladimir Valle Castillo

**Cédula:** 1150033585

**Dirección:** Loja, Daniel Álvarez

**Correo electrónico:** [david.valle@unl.edu.ec](mailto:david.valle@unl.edu.ec)

**Teléfono:** 0991522140

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director de Trabajo de Titulación:** Ing. Johnny Fernando Granja Trávez MSc.

## **Dedicatoria**

El tiempo y resultado de todo mi trabajo está dedicado primariamente a mi familia. Principalmente a mi mamá Nancy y mi papá Vladimir, que con su presencia y apoyo moral construyeron mi camino desde pequeño. De igual manera a mis hermanos que directamente colaboraron en mi desarrollo académico. Además, a mi tía Mónica, mi abuela María y primos en general, porque siempre han estado pendiente de mi crecimiento en todo sentido.

De manera parecida, a mis amigos Cristian y Richard, con los que hemos tenido un proceso de muchos años forjando experiencias y han acompañado con su tiempo en mi persona. Y en general a todas las amistades contemporáneas a estos años universitarios donde compartimos muchas vivencias y hemos cooperado en el crecimiento personal de nosotros, ellos reconocerán su presencia en mi mensaje.

*David Vladimir Valle Castillo*

## **Agradecimiento**

Principalmente agradezco a mi Dios Jah, la fuente eterna de conocimiento y sabiduría, que con sus consejos he logrado aprender de mis errores para poder mejorar día a día.

Expreso amplia gratitud a la Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Carrera de Ingeniería Agronómica y a todos los docentes que contribuyeron sus conocimientos en mi formación como profesional.

Además, a los técnicos responsables y personal administrativo en el Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba. A mi director de trabajo de titulación Ing. Johnny Fernando Granja Trávez, MSc., quien apporto con su tiempo y conocimientos para complementar y finiquitar este trabajo.

*David Vladimir Valle Castillo*

## Índice de Contenidos

<b>Portada</b> .....	<b>i</b>
<b>Certificación</b> .....	<b>ii</b>
<b>Autoría</b> .....	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización</b> .....	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>v</b>
<b>Agradecimientos</b> .....	<b>vi</b>
<b>Índice de Contenidos</b> .....	<b>vii</b>
Índice de Tablas.....	x
Índice de Figuras .....	xi
Índice de Anexos .....	xii
<b>1. Título</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Resumen</b> .....	<b>2</b>
2.1. Abstract.....	3
<b>3. Introducción</b> .....	<b>4</b>
3.1. Las hormonas y las giberelinas.....	5
3.2. Objetivo general .....	6
3.3. Objetivos específicos .....	6
<b>4. Marco teórico</b> .....	<b>6</b>
4.1. Origen .....	6
4.2. Información nutricional de naranja.....	7
4.3. Requisitos edafoclimáticos de naranja.....	7
4.4. Fenología .....	8
4.5. Factores que influyen en el desarrollo del fruto .....	8
4.5.1. Principales etapas de desarrollo del fruto.....	8
4.5.2. Factores ambientales y agronómicos que afectan a la calidad de los cítricos .....	8
4.6. Giberelinas.....	10

4.6.1.	Generalidades .....	10
4.6.2.	Formas de aplicación.....	11
4.6.3.	Usos de giberelinas.....	11
4.7.	Podas en cítricos .....	12
4.7.1.	Importancia.....	12
4.7.2.	Poda de mantenimiento .....	12
<b>5.</b>	<b>Materiales y métodos .....</b>	<b>13</b>
5.1.	Ubicación geográfica .....	13
5.2.	Descripción del experimento .....	14
5.3.	VARIABLES EVALUADAS .....	15
5.4.	Análisis estadístico .....	15
<b>6.</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>17</b>
6.1.	Cuaje de fruto .....	17
6.2.	Calibre de frutos .....	17
6.3.	Peso fresco de frutos.....	18
6.4.	Número de frutos por árbol.....	19
6.5.	Rendimiento de fruta .....	19
6.6.	Sólidos solubles de zumo de fruta .....	20
6.7.	pH de zumo de fruta .....	20
6.8.	Acidez titulable de zumo de fruta.....	21
6.9.	Firmeza de fruto.....	22
6.10.	Colorimetría en corteza de fruta.....	22
6.11.	Matriz de correlación de Pearson de variables medidas en naranja.....	23
<b>7.</b>	<b>Discusión .....</b>	<b>26</b>
<b>8.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>31</b>
<b>9.</b>	<b>Recomendaciones .....</b>	<b>31</b>
<b>10.</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>32</b>



**11. Anexos ..... 37**

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Descripción de los tratamientos .....	14
<b>Tabla 2.</b> Variables medidas relacionadas al cuaje de fruto desde su aparición hasta madurez. .....	17
<b>Tabla 3.</b> Rendimiento aproximado de naranja en ensayo .....	20
<b>Tabla 4.</b> Datos de las mediciones de colorimetría en corteza de naranja cosechada.....	23
<b>Tabla 5.</b> Matriz de correlación de Pearson en todas las variables medidas en el ensayo.....	24

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica de Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba. .....	13
<b>Figura 2.</b> Ubicación del ensayo en campo del Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba.....	14
<b>Figura 3.</b> Medida del diámetro de la naranja al momento de la cosecha. ....	18
<b>Figura 4.</b> Peso de la naranja al momento de la cosecha. ....	18
<b>Figura 5.</b> Número naranjas cosechadas en estado de madurez. ....	19
<b>Figura 6.</b> Análisis de sólidos solubles de naranja cosechada. ....	20
<b>Figura 7.</b> Análisis de pH de naranja cosechada.....	21
<b>Figura 8.</b> Análisis de acidez de naranja cosechada. ....	21
<b>Figura 9.</b> Datos de firmeza de fruta en corteza de naranja cosechada. ....	22

## **Índice de Anexos**

<b>Anexo 1.</b> Esquema de los tratamientos y la ubicación por planta.....	37
<b>Anexo 2.</b> Fotografías .....	38
<b>Anexo 3.</b> Certificado de traducción del Abstract .....	41

## **1. Título**

Efecto de la aplicación del ácido giberélico y la poda para mejorar el rendimiento en el cultivo de naranja (*Citrus sinensis* O. var. Valencia) en Zapotepamba, Provincia de Loja

## 2. Resumen

La Naranja (*Citrus sinensis* O.) es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial. En Ecuador, es consumida mayormente en fresco en los mercados locales de cada ciudad, con un rendimiento promedio nacional de 10,27 T/ha. en el año 2020. Sin embargo, el rendimiento de este cultivo localmente se ve afectado por malas prácticas agrícolas que los productores desconocen cómo las podas, donde las investigaciones en campo demuestran un gran beneficio al momento de mejorar la cantidad y calidad de los frutos; además, en los últimos años las hormonas vegetales tienen gran auge en el aumento de la producción, debido a su importancia en el proceso de fructificación para una distribución adecuada de nutrientes al fruto. El estudio realizado tuvo por finalidad evaluar el efecto que tienen la aplicación combinada de poda y ácido giberélico en la mejora del rendimiento y calidad de la naranja. El ensayo fue ejecutado a 18 árboles de naranja variedad Valencia con 14 años de edad en igual estado de producción, con un diseño en bloques completamente al azar. Los tratamientos consistieron en aplicar GA3 al momento de caída de pétalos o cuaje con 3 dosis de ácido giberélico de 0 ppm, 25 ppm o 50 ppm, en plantas podadas y sin podar; conformándose 6 tratamientos resultantes de la combinación de podas y dosis de giberelina en un ensayo bifactorial. Las variables a medir fueron cuaje de flores, calibre de fruta, peso de fruta, número de frutos por árbol, rendimiento por planta, sólidos solubles, pH, acidez, firmeza de fruto y colorimetría. Al finalizar la cosecha, se obtuvieron los resultados que reflejaban valores significativos en sólidos solubles con el mayor valor de 10,8 °Bx en el tratamiento sin poda y 50 ppm (T6); en cuanto a pH se obtuvo el valor más alto de 3,35 en el tratamiento con poda y 0 ppm (T1); finalmente, en colorimetría en aspecto luminosidad con un valor de 81,83 y coordenada roja/verde con un valor de 17,14 en el tratamiento sin poda y 0 ppm (T4). Además, no hubo diferencias significativas en variables sustanciales como cuaje, número, peso, calibre de fruta o rendimiento. Se observa que el GA3 tiene efectos positivos en sólidos solubles, pH y colorimetría, aunque se podrían mejorar los resultados verificando la cantidad de dosis que se deben aplicar si se desea repetir la investigación, modificando las ppm o con un seguimiento de más años al estudio.

**Palabras clave:** Ácido giberélico, poda, rendimiento, naranja, variedad Valencia, cuaje, calibre, peso, sólidos solubles, pH, acidez, firmeza de fruto, colorimetría.

## 2.1. Abstract

Orange (*Citrus sinensis* O.) is one of the most important crops worldwide. In Ecuador, it is mostly consumed fresh in the local markets of each city, with a national average yield of 10.27 T/ha. in 2020. However, the yield of this crop is locally affected by poor agricultural practices that producers are unaware of, such as pruning, where field research shows a great benefit in improving the quantity and quality of the fruit; in addition, in recent years plant hormones have had a great success in increasing production, due to their importance in the fruiting process for an adequate distribution of nutrients to the fruit. The purpose of the research was to evaluate the effect of the combined application of pruning and gibberellic acid in the improvement of orange yield and quality. The test was carried out on 18 Valencia orange trees, 14 years old and in the same state of production, with a completely randomized block design. The treatments consisted of applying GA3 at the time of petal fall or fruit set with 3 doses of gibberellic acid of 0 ppm, 25 ppm or 50 ppm, on pruned and unpruned plants, forming 6 treatments resulting from the combination of pruning and doses of gibberellin in a bifactorial test. The variables to be measured were flower set, fruit size, fruit weight, number of fruits per tree, yield per plant, soluble solids, pH, acidity, fruit firmness and colorimetry. At the end of the crop, results were obtained that reflected significant values in soluble solids with the highest value of 10.8 °Bx in the treatment without pruning and 50 ppm (T6); as for pH, the highest value of 3.35 was obtained in the treatment with pruning and 0 ppm (T1); finally, in colorimetry in aspect lightness with a value of 81.83 and red/green coordinate with a value of 17.14 in the treatment without pruning and 0 ppm (T4). In addition, there were no significant differences in substantial variables such as fruit set, number, weight, fruit size or yield. It is observed that GA3 has positive effects on soluble solids, pH and colorimetry, although the results could be improved by verifying the amount of doses to be applied if it is desired to repeat the research, modifying the ppm or with a follow up of more years to the study.

**Key words:** Gibberellic acid, pruning, yield, orange, Valencia variety, fruit set, size, weight, soluble solids, pH, acidity, fruit firmness, colorimetry.

### 3. Introducción

La fruticultura posee un lugar importante dentro de la agricultura actual, principalmente por sus altos precios y valor nutritivo. Tiene como característica la potencialidad de desarrollarse y crecer en ecosistemas donde los cultivos tradicionales u otras especies no son factibles para su establecimiento. El género *Citrus* destaca entre estas especies; plantas de origen subtropical con excelente capacidad de adaptación y dentro de estos, la naranja (*Citrus sinensis* O.), puesto que esta variedad cuenta con una amplia importancia económica y es comercializada mundialmente (Rodríguez et al., 2018).

La mayor parte de producción se concentra principalmente en la región del Mediterráneo y América del Norte (Ramirez Y Luna, 2015). Se estima que el 90% del consumo mundial, se encuentra en países desarrollados de Norteamérica y Europa. También, están surgiendo nuevos mercados para productos elaborados, sobre todo en América Latina como en México, donde el consumo de naranjas elaboradas aumentó casi un 70% y el consumo brasileño creció en un 54%. Además, los principales países importadores en valor son Francia, Alemania, Países Bajos, Federación de Rusia, China y la Región Administrativa Especial de Hong Kong (Rojas et al., 2018).

En Ecuador la producción de cítricos registra un gran crecimiento y se destaca la naranja como cultivo dentro de toda la variedad de especies frutales; esto se debe a la ubicación geográfica en la que se encuentra y a la existencia de microclimas que favorecen a los cultivos (Arteaga Y Calderón, 2017). Según Yances Astudillo (2018) la producción de naranja en Ecuador constituye entre los 25 cultivos más importantes del país porque manejada adecuadamente puede llegar a producir hasta 15 mil naranjas al año por planta. Actualmente, la superficie nacional cultivada es de 16 120 ha. donde se cosecha 14 234 ha. con una producción de 146 159 Tm. y rendimiento de 10,27 Tm/ha (INEC, 2020). Según Castro Ycaza Y Ocampo Chávez (2015) la naranja común y valenciana producida en Ecuador, se destina exclusivamente al mercado local en fresco.

A pesar de que la vocación de esta especie es servir como materia prima para la industria, la producida localmente no cumple con los requisitos exigidos para el procesamiento industrial. Aunque la fruta se puede encontrar durante todo el año, la temporada de alta cosecha de variedad Valencia (siendo la más sembrada en el país) se da entre los meses de junio y noviembre (Comercio, 2011). Por esto las oportunidades en los mercados europeos son



expuestas hacia nuestro país para aumentar la producción de fruta, retribuyendo ser un negocio bastante rentable (Rodríguez Y Sango, 2013).

Se observa entonces, que estas especies tienen gran potencial económico, sin embargo, la producción se encuentra afectada debido que los frutales a pesar de producir un gran número de flores, estas regulan la cantidad que ellas finalmente cuajan y que posteriormente se reflejan en la cosecha. Este mecanismo se explica a través de procesos internos en las plantas, relacionadas al potencial genético de la especie, los niveles de floración, tipos de inflorescencias, disponibilidad de nutrientes y capacidad para ser transportados a los frutos en crecimiento (Roa Y Guerra, 2017). La baja productividad es el problema fundamental de la producción de esta especie, especialmente por deficiencia de manejo de cultivo, plagas y enfermedades, poca utilización de insumos agrícolas y escasa capacitación a los agricultores (Arteaga Y Calderón, 2017).

Existen estudios que determinan que un correcto manejo agronómico mejora en gran manera el rendimiento de los cítricos, identificando las podas como indispensables para el correcto proceso fotosintético de las plantas evitando que se produzcan microclimas causados por el exceso de follaje y ramas que provocan la propagación de enfermedades y plagas. Esta práctica se ejecuta de acuerdo a la época variando la intensidad y frecuencia en relación con el vigor y edad del árbol.

La poda de fructificación interviene directamente en la producción de frutas en cantidad y calidad, en cambio, los demás tipos de podas deben complementar el ciclo del cultivo para que tengan una adecuada formación del árbol y conservarlo libre de patógenos. Con esto, al realizar correctamente esta práctica, los cítricos tendrán rendimientos deseados por los productores. (Estrada Guanoluisa, 2020)

### **3.1. Las hormonas y las giberelinas**

Las fitohormonas son compuestos químicos producidos en cierto lugar de la planta, y que se trasladan a otras partes (Khan et al., 2017). Se sabe que estos compuestos desempeñan un papel vital en la capacidad de las plantas para aclimatarse a diferentes entornos, al mediar en el crecimiento, el desarrollo, las transiciones fuente/sumidero y la asignación de nutrientes (Fahad et al., 2015). Se caracterizan por participar en diferentes respuestas morfogénicas y de crecimiento de manera pleotrópica, esto indica que una misma hormona participa en diferentes procesos y dependiendo de su concentración, la misma hormona puede ser estimuladora o inhibitoria de una misma respuesta. De igual manera, algunas hormonas pueden afectar una

misma respuesta que ocurre en un tiempo determinado en el desarrollo de la planta y se presenta solamente en un tejido específico u órgano (Aguilar et al., 2007).

Desde el descubrimiento del Ácido Giberélico (GA3), ha surgido una gran cantidad de información sobre el papel que desempeñan estas hormonas en el crecimiento y desarrollo de las plantas, logrando identificar varias aplicaciones prácticas potenciales en la manipulación de producción y mejora de calidad en cultivos de gran valor como cítricos, uvas, cerezas y manzanas (Carlson Y Croveti, 1990). Existen nuevas oportunidades para el uso variado de AG, debido a la exigencia en calidad y cantidad de una mayor variedad de frutas. Es decir, características como calibre, vino de aclareo y nuevas variedades en uva, diversidad de frutas tropicales y como componente en un manejo integrado de plagas que resulte en una mejor cosecha (Stirk et al., 2014). Tener conocimiento sobre la fisiología de la floración de los cítricos, nos permite realizar un manejo y experimentación en este proceso, para alcanzar mejores rendimientos mediante aplicaciones hormonales o reguladores de crecimiento, productos químicos, etc. (Manzi Fraga, 2011).

De manera general, en nuestra provincia, existen pocos estudios que muestren los efectos combinados de las podas y las aplicaciones de ácido giberélico, específicamente en la naranja, para mejorar el rendimiento del cultivo. Por esto, este ensayo tuvo como objetivo evaluar la interacción entre estos factores reguladores de productividad y en cuanto a su aplicación pueda generar mayor cantidad y calidad de frutos por planta logrando acceder a mejores mercados y generar mayor rentabilidad económica.

### **3.2. Objetivo general**

- Evaluar el efecto del ácido giberélico y la poda sobre el rendimiento de naranja variedad Valencia.

### **3.3. Objetivos específicos**

- Evaluar la dosis de ácido giberélico que promueve un mayor rendimiento en naranja variedad Valencia.
- Determinar el efecto de la poda sobre el rendimiento en naranja variedad Valencia.

## **4. Marco teórico**

### **4.1. Origen**

El origen de la mayoría de las variedades de cítricos no se conoce con exactitud, debido a que se han diseminado por el hombre desde hace miles de años, de gran manera en Asia, que se reconoce como el continente de origen. Se considera que provienen de las faldas del Himalaya

en el noroeste de la India y cerca de Burma (Hallo Ortiz, 2013). La naranja del cultivar Valencia (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) fue identificada en Portugal en el año 1865 y se clasifica como de cosecha tardía en el subtropical; además, es la especie de naranja dulce más cultivada en las regiones cítricas del mundo (Rodríguez Y Garzón, 2012).

#### **4.2. Información nutricional de naranja**

De manera general la naranja es una fruta de escaso valor calórico y contenido de grasa. Aporta con una cantidad interesante de fibra soluble, lo que ayuda a la disminución de colesterol y glucosa de la sangre; además, son ricas en flavonoides. De forma específica, contiene vitamina C (una naranja de mediano tamaño aporta con 82 mg) y ácido fólico; posee carotenoides con actividad provitamínica A. Algunos estudios informan de la importancia de estos carotenoides en la prevención de distintos tipos de cáncer y protección de enfermedades cardiovasculares. Además, otros carotenoides sin provitamínica A, como la luteína y zeaxantina, que se asocian inversamente con el riesgo de padecer cataratas y degeneración macular. Esta fruta tiene en su composición ácido málico, cítrico, hidroxicinámicos, ferúlico, caféico y p-cumárico; que potencian la acción de la vitamina C, favorecen la absorción intestinal del calcio, facilitar la eliminación de residuos tóxicos del organismo y funcionan como antioxidante. De cualquier forma que se lo consuma, lo fundamental es hacerlo cuanto antes para evitar la pérdidas de sus nutrientes (Arboleda García, 2020).

#### **4.3. Requisitos edafoclimáticos de naranja**

De manera general para nuestra zona el cultivo necesita los siguientes requisitos edafoclimáticos: **Temperatura:** Estos frutales son exigentes en luz para los procesos de desarrollo, florecimiento y fructificación, que ocurre en la parte exterior de la copa. A mayor exposición de luz solar, resulta un mayor y más rápido crecimiento de las plantas y los frutos. La temperatura óptima oscila entre 20 a 30 °C. Y perjudicialmente, un rango de temperatura inferior a 10 °C y superior a 39 °C, el desenvolvimiento metabólico de las plantas es prácticamente interrumpido. **Precipitación:** El consumo anual de agua varía de 600 a 1.200 mm, dependiendo de la especie copa y porta-injerto, propiedad del suelo y edad de las plantas. El mayor requerimiento de agua es durante el desarrollo vegetativo y el crecimiento de las frutas. **Suelo:** Los suelos deben ser permeables, de buena aireación y no tener encharcamientos por periodos prolongado; la profundidad es sustancial para permitir un progreso radicular completo y debe ser mínimo de 1 a 2 metros. En cuanto a las propiedades químicas, es fundamental realizar un análisis de suelo para de conocer los elementos minerales disponibles y el pH que regula los nutrientes aprovechables para la planta, ya que estamos en presencia de

un cultivo perenne. Para esto la calidad de los portainjertos, por su sistema radicular, tienen distintos niveles de capacidad de adaptación a los diferentes tipos de suelo y deben escogerse de manera oportuna para la siembra (Segnana Y Arguello, 2019). **Altitud:** La altitud apta para el cultivo de naranjas para jugo, oscila entre los 500 y 1.200 msnm.

#### **4.4. Fenología**

Los cultivares de naranja valencia presentan de manera general la siguiente fenología: producción de brotes, floración, desarrollo de frutos, latencia y maduración (Álvarez-Ramos et al., 2022). De forma específica y por fase, en el desarrollo de la flor se identifican las siguientes etapas: diferenciación de flores, formación del capullo, hinchamiento de yemas florales, las yemas revientan, las flores se hacen visibles, los pétalos crecen y, los sépalos se abren. En la floración se identifican las siguientes etapas: primeras flores abiertas, comienza la floración, plena floración, las flores se marchitan y fin de la floración. En el desarrollo del fruto se identifican las siguientes etapas: Cuajado, fruto verde rodeado de sépalos, frutos amarillean, fruto adquiere color verde oscuro que indica finalización de caída fisiológica y fruto alcanza 90% de tamaño final. Finalmente, en la maduración del fruto se identifican las siguientes etapas: fruto empieza a colorear, fruto maduro para recolección, maduración avanzada y fruto maduro apto para consumo; empieza la senescencia y abscisión (Agustí et al., 1995).

#### **4.5. Factores que influyen en el desarrollo del fruto**

##### **4.5.1. Principales etapas de desarrollo del fruto**

Está dividido en tres etapas el crecimiento y desarrollo del fruto en los cítricos. La primera es una fase de división celular de crecimiento lento; la segunda de agrandamiento celular de tamaño y peso por el crecimiento de los sacos de jugo de la pulpa y, finalmente, una tercera, durante la cual el crecimiento del fruto se reduce y tienen lugar la mayoría de las transformaciones características de la maduración del fruto, como los cambios de color, la acumulación de azúcares, la degradación de los ácidos etc. (Lado et al., 2018)

##### **4.5.2. Factores ambientales y agronómicos que afectan a la calidad de los cítricos**

###### **4.5.2.1. Factores medioambientales**

Las condiciones climáticas son los factores externos más importantes que afectan a la calidad de la fruta. Tenemos en cuenta que las variaciones óptimas de temperatura, humedad relativa, precipitaciones y de insolación son esenciales para obtener una elevada producción y excelente calidad de la fruta. Al presumir que los cítricos son de climas tropicales y mediterráneos, estas

especies expresan su mejor producción en veranos calurosos y secos, inviernos de severos a suaves, heladas ocasionales y mayores diferencias entre las temperaturas diurnas y nocturnas.

Los factores climáticos afectan de diferentes formas a los procesos relacionados con calidad de la fruta. Estudios indican que el desverdizado de la piel en los cítricos, es decir la aceleración del proceso de oxidación de la clorofila de la piel del fruto para que se manifieste el color típico de la variedad depende en gran medida de la variación de la temperatura diurna y nocturna; además, la temperatura del suelo parece afectar la coloración de la cáscara, ya que existe una relación positiva entre la de la corteza y las temperaturas de los sólidos por debajo de los 20 °C. La exposición a la luz tiene una importante influencia en la calidad de los cítricos, las situadas fuera de la copa del árbol, desarrolla coloración naranja más brillante que la fruta no expuesta o parcialmente sombreada; al mismo tiempo, los contenidos de glucosa, fructosa y fructosa y sacarosa eran mayores en la cáscara de los frutos expuestos al sol frutos sombreados dentro del árbol. (Lado et al., 2018)

#### **4.5.2.2. Efectos del riego**

El régimen hídrico adecuado es esencial para un buen crecimiento, desarrollo vegetativo, el cuajado y la producción de frutos. Los cítricos pueden cultivarse bajo diferentes sistemas de riego y son moderadamente resistentes a la escasez de agua. Sin embargo, el estrés hídrico afecta la producción final reduciendo el tamaño de los frutos.

Por regla general, los frutos de los árboles con riego tienen un mayor contenido de zumo, pero menor sólidos solubles totales y acidez, que los de árboles en secano. El estrés hídrico está asociado a la reducción del contenido de zumo en la fruta y al aumento del grosor de la piel y al desverdizado avanzado de la cáscara. Sin embargo, un parcial secado de la zona radicular mejoró la calidad del zumo en los frutos de naranja Valencia y, existen informes que aumentan los sólidos solubles totales como resultado del déficit hídrico aplicado durante de crecimiento del fruto, mientras que el estrés aplicado en etapas anteriores puede inducir el efecto contrario (Lado et al., 2018).

#### **4.5.2.3. Injertos y efectos mediados por los portainjertos**

La selección del portainjerto óptimo es una de las decisiones más importantes de los productores que establecen nuevas plantaciones de cítricos, pues varios portainjertos alrededor del mundo, tienen un efecto bien marcado sobre el vigor del árbol, la precocidad, la producción, la resistencia a las enfermedades y varios parámetros de la calidad de los cítricos.

Este concepto tiene efectos directos en la calidad de la fruta pues se tiene comprobado que de las variedades surgidas sobre portainjertos vigorosos como: limón rugoso, lima *Rangpur*, *Citrus macrophylla*, *Volkameriana*, etc., tienen un desarrollo de copa mayor, con una cáscara de fruta más gruesa y con menor concentración de sólidos solubles totales, que los frutos nacientes sobre portainjertos menos vigorosos y de crecimiento lento. Estudios recientes que compara los efectos de diferentes portainjertos sobre la calidad interna de las variedades de naranja, revelaron diferencias y efectos sobre los azúcares titulables, el ácido ascórbico, los fenoles totales, acidez total y una ligera influencia en el color del fruto (Lado et al., 2018)

#### **4.5.2.4. Nutrición de la planta**

La fertilización repercute directamente en el rendimiento y suele ser la práctica agronómica preferida por los productores para mejorar la calidad de la fruta. La nutrición de la planta constituye una vía sostenible para armonizar el metabolismo y mejorar la calidad funcional, ya que la modificación de la composición catiónica (K, Ca, Mg) o aniónica (N, P, S) de la solución del suelo repercute en las características finales del fruto.

La respuesta de los cítricos al N y al K es bastante rápida y afecta a la calidad del fruto de diferentes maneras. El nitrógeno está inmerso, principalmente, en el desarrollo del color externo y su interacción con los carbohidratos y las hormonas vegetales; mientras que una alta fertilización con K se asocia con un mayor contenido de vitamina C y, los micronutrientes como el zinc o el boro también influyen en el contenido de esta vitamina en diferente medida dependiendo de la especie y variedad. Los estudios indican que el aumento de la concentración de K afecta al aumento del tamaño del fruto, del grosor de la cáscara, en el contenido de zumo, acidez total y la madurez del fruto se retrasa ligeramente. Además, se debe tener en cuenta que la fertilización precisa de K es consistente con la producción de cítricos de alta calidad, al ser estas características más importantes que sus efectos sobre el rendimiento (Lado et al., 2018).

### **4.6. Giberelinas**

#### **4.6.1. Generalidades**

Son definidas como hormonas de crecimiento diterpenoidetetracíclicos implicados en algunos procesos de desarrollo en vegetales. Su descubrimiento en plantas fue en los años 30, cuando científicos japoneses aislaron una sustancia causante del crecimiento a partir de cultivos de hongos que parasitaban plantas de arroz causando la enfermedad del “bakanoe” o “subida de las plantas”. El compuesto se aisló del hongo *Gibberella fujikoroi* por Eichi Kurosawa en 1926 por lo que se nombró “Giberelina”.

La importancia de estas hormonas se debe a que son un elemento indispensable en el origen de yemas florales en cítricos. Este proceso de la inducción floral, resulta de un estímulo probablemente de tipo hormonal, la cual parece ser incitada a producirse en hojas y brotes de madurez adecuada (Ramón, 2015). La síntesis de giberelinas se produce en cualquier tejido de los diferentes órganos y puede estar afectada aparte de procesos internos de retroalimentación negativa por componentes externos como la luz que según su duración lleva a la producción de giberelinas o inhibidores del crecimiento (Galarza, 2010).

Además, existen zonas de acumulación de giberelinas relacionados al crecimiento celular, como en la elongación de la raíz y en el hipocótilo. Sin embargo, el movimiento del ácido giberélico es necesario en varias etapas de desarrollo, como la germinación, el alargamiento de la raíz, la transición a la floración y el desarrollo de la flor. Se conoce que la movilización a larga distancia de GA3 es restringido o demasiado lento principalmente por precursores no bioactivos (Binenbaum et al., 2018).

#### **4.6.2. Formas de aplicación**

Las aplicaciones de ácido giberélico para fructificación en cítricos puede realizarse antes de la floración, en plena floración o semanas más tarde y durante el crecimiento de los frutos; todos bajo distintos tratamientos o dosis de giberelinas. Además, estas son aplicadas con fines productivos en árboles maduros en etapa de fructificación que son cultivos establecidos, a menos sean para fines investigativos como en viveros que son plantas muy jóvenes (Garmendía et al., 2019). Estas aplicaciones deben ser foliares en aspersión con una bomba de mochila o de motor, ubicando directamente las inflorescencias o flores del árbol, debido a que solo en esta parte del frutal necesitamos actúen las giberelinas ya que la baja movilidad dentro de la planta exige ser específicos al momento de ejecutar las aplicaciones (Gilani et al., 2021). Debemos tener en cuenta que para la aplicación en frutales se debe usar la fórmula química de ácido giberélico y según la matriz de productos de Agrocalidad existen algunas marcas comerciales como: Giberelin 10%, Giberacid 10%, New Giberned 10%, entre otros; en Ecuador aprobados para su uso y distribución en nuestras zonas productoras (Agrocalidad, 2020).

#### **4.6.3. Usos de giberelinas**

Según Baek Y Skinner (2012) las giberelinas propician la floración en algunas plantas, sustituyendo los requerimientos de horas de luz o de bajas temperaturas. Estas hormonas activan los mecanismos fisiológicos de las plantas que conducen a la activación de los tejidos meristemáticos en estado de latencia por efecto de la dominancia apical, eliminada mediante la

poda presentando un crecimiento rápido de los brotes e inducción de la activación de cojinetes florales (Ramón, 2015). Además, generalmente, en frutales las giberelinas actúan provocando la división y elongación de células, ayudan en la emergencia de semillas y yemas y proporcionan mayor tamaño de la planta (Reinoso, 2003).

De forma sintetizada y dependiendo de las variedades y especies de frutales, las giberelinas tienen posición durante las siguientes fases fisiológicas: Inhibición de la inducción floral, raleo de flores, cuajado de frutos, inducción de la partenocarpia, tamaño de frutos, inhibición de la coloración en fruta y efectos en poscosecha (Reyes Y Nicolás, 2016).

#### **4.7. Podas en cítricos**

##### **4.7.1. Importancia**

La importancia de la poda en los árboles frutales recae en que sirve para mejorar la calidad de la fruta fomentando un equilibrio adecuado entre el crecimiento vegetativo (madera) y reproductivo (fructificación). Se conoce que esta práctica mejora siempre la calidad de la fruta, debido a que se eliminan los botones florales en exceso y fomenta el nacimiento de nuevos brotes con botones florales de alta calidad. Además, la poda mejora la penetración de la luz en el dosel necesaria para el desarrollo de los botones florales, el cuajado, el crecimiento y maduración de los frutos; el control de plagas al permitir una mejor penetración del rocío en el árbol y aumenta el movimiento del aire a través del dosel, lo que mejora las condiciones de secado y reduce la gravedad de muchas enfermedades (Marini et al., 2020).

##### **4.7.2. Poda de mantenimiento**

Este proceso se define en eliminar las ramas no deseadas de los árboles frutales y hacer que sean seguros, sanos y estéticos; siendo la razón más importante para este tipo de poda. Se identifica las ramas entrecruzadas, enfermas y secas para su eliminación, posteriormente, se debe utilizar técnicas de poda y tratamiento de heridas adecuadas para minimizar el peligro de pudrición, hongos y otros patógenos. El momento y el alcance de la poda dependen de la edad, el tipo, los hábitos y la finalidad del árbol. En las zonas de verano la poda es favorable para aumentar la penetración de la luz y el crecimiento de los frutos para eliminar las yemas más largas en la copa superpoblada, además, se debe evitar condiciones meteorológicas desfavorables, como las lluvias, donde se es propenso a una enfermedad causada por las esporas de hongos.

Se tiene en cuenta que existen tres tratamientos de poda: ligero, medio y fuerte. La poda ligera se refiere a la eliminación del 25% de los frutos; la poda media, se refiere a cortar el 30% de la



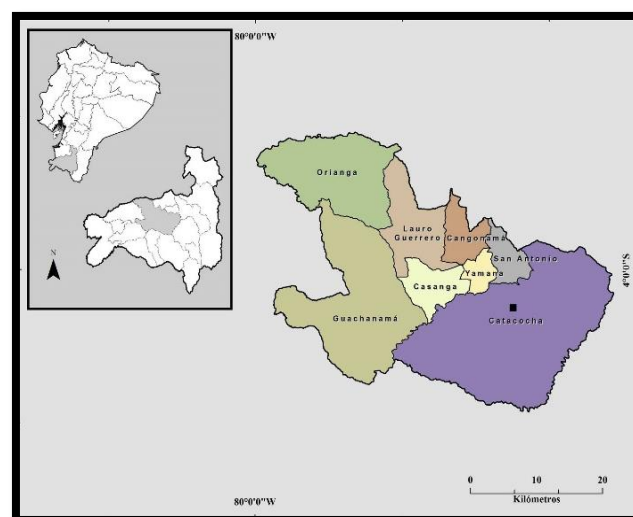
rama desde el extremo superior, y la poda fuerte se refiere a la eliminación del 50% del brote desde el punto de crecimiento. El último tipo de poda es necesario en árboles viejos y dañados para salvarlos. Algunos consejos importantes para la poda de árboles frutales pueden ser: 1) Los bordes de corte deben mantenerse muy afilados. 2) Podar un árbol tan pronto como crezca. 3) No deje nunca troncos en los árboles. 4) Reduzca todas las ramas grandes antes de podar. 5) Las ramas deben ser siempre menores que los troncos. 6) La rama más baja debe estar a 60 cm del suelo.

Finalmente, las herramientas y los equipos de poda deben estar afilados, esterilizados antes y después de su uso, y ser adecuados a la longitud de las ramas. Existen herramientas como las tijeras de podar o las podadoras de mano que pueden utilizarse para cortar ramas pequeñas (de 3 cm de diámetro) y las sierras de mano para cortar ramas grandes (diámetro de más de 3 cm). También, cuando el frutal es demasiado robusto o alto se puede usar las podadoras de pértiga y motosierra para podar estas ramas (Zhang et al.).

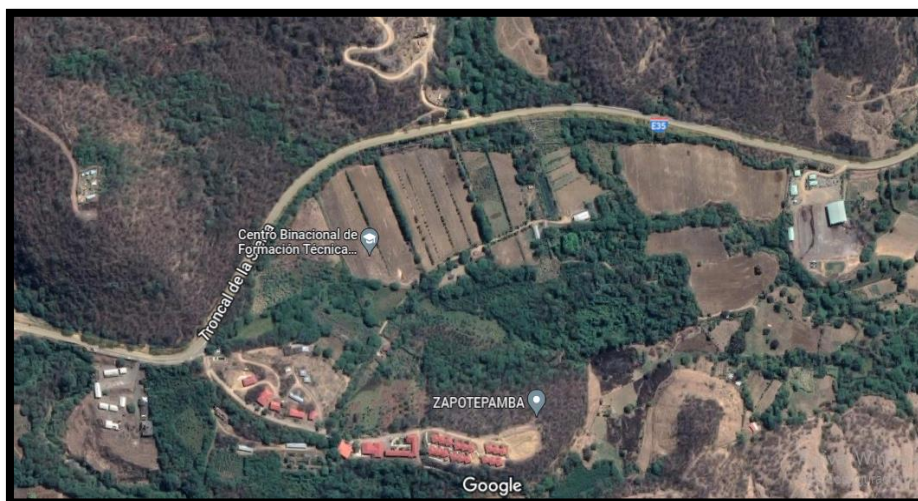
## 5. Materiales y métodos

### 5.1. Ubicación geográfica

El experimento se estableció en el Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba (CBFTZ) y está ubicado en las coordenadas 04° 01' 01" sur y 79° 46' 27" oeste. Las características agroclimáticas expresan una altitud de 900 msnm., temperatura promedio anual de 24 °C, precipitación media anual de 660 mm/año con un déficit de lluvia entre mayo a diciembre y precipitaciones concentradas enero (Vivanco, 2019).



**Figura 1.** Ubicación geográfica de Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba.



**Figura 2.** Ubicación del ensayo en campo del Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba.

## 5.2. Descripción del experimento

Para este ensayo se utilizaron árboles con 14 años de edad sembrados cada 4 metros y de igual edad fisiológica (etapa reproductiva), ubicados en columnas recibiendo excelente radiación solar y riego normalmente cada 7 días, principalmente en épocas secas. Los tratamientos consistieron en utilizar 3 dosis de 0 ppm, 25 ppm o 50 ppm de ácido giberélico en plantas podadas y sin podar; cada tratamiento se repitió tres veces. La poda que se realizó fue de mantenimiento, con tijera y sierra manual, donde se eliminaron ramas cruzadas o que no permitían paso de luz solar; además de rotas, enfermas y brotes nacientes (chupones). Luego, se aplicó una sola vez las dosis de 25 ppm (Pelcastre Rivera, 1999) o 50 ppm (Sánchez-Sánchez et al., 2009) respectivamente en la fase de cuaje de flor con una bomba de mochila a cada flor observada en todo el árbol, de manera uniforme (Tabla 1). Posteriormente, se realizó visitas cada 8 días y se recopiló los datos de las variables que se podían medir conforme avanzaba el tiempo, mientras que las faltantes se verificaron al final en la cosecha (Ver Anexo 1).

**Tabla 1.** Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Poda	Ácido giberélico (GA3)	Repeticiones
T1	Con poda	0 ppm	3
T2	Con poda	25 ppm	3
T3	Con poda	50 ppm	3
T4	Sin poda	0 ppm	3
T5	Sin poda	25 ppm	3
T6	Sin poda	50 ppm	3

### 5.3. Variables evaluadas

Se evaluaron las siguientes variables de rendimiento y calidad en frutales como son: el cuaje de la flor y para esto, se seleccionaron y etiquetaron al azar 5 ramas de la parte media del árbol que contengan brotes florales para contabilizarlos al inicio y al final de su desarrollo. Posteriormente, para el calibre de fruto se escogieron 3 frutos por rama de cada frutal respectivamente etiquetados y se midió el diámetro ecuatorial del mismo desde su cuaja hasta su madurez. Para contabilizar el número de frutos, se registraron todos los que estaban maduros en cada planta a los 6 meses de aplicados los tratamientos. A continuación, para el peso de fruta, se lo calculó con ayuda de una balanza pesando a cada fruto maduro de cada planta. Últimamente, para calcular el rendimiento, se utilizó la siguiente fórmula con los datos previamente obtenidos en las variables de número y peso de frutos:  $\text{Número de frutos (n)} \times \text{Peso de frutos (g.)} = \text{Rendimiento (n/g.) por planta.}$

Las variables que requerían análisis químicos se realizaron en laboratorio donde se usaron 2 frutas por muestra para cada repetición y fueron las siguientes: los sólidos solubles se analizaron usando el jugo de la fruta con un refractómetro modelo HI96801. En el análisis de acidez se calculan los ácidos orgánicos utilizando 5 ml de jugo de fruta aforando a 50 ml con agua destilada para titular con Hidróxido de sodio, obteniendo los valores requeridos (AOAC, 2000). También, se calculó el pH de la fruta utilizando el equipo HI 9811-5. Para el análisis de determinación de color por refractometría se utilizó un colorímetro modelo PCE – CSM4 y, finalmente, la firmeza de fruto se lo midió con un penetrómetro modelo PCE – FM 200 con un puntal de diámetro número 11; registrando cada valor obtenido.

### 5.4. Análisis estadístico

Se evaluaron 6 tratamientos con 3 repeticiones, finalizando 18 unidades experimentales, siendo cada árbol una Unidad Experimental (U.E). Se identificó un diseño en bloque completamente al azar (DBCA) en un ensayo bifactorial donde el Factor A: las dosis de ácido giberélico y Factor B: las podas. Para el análisis estadístico se empleó el software Infostat con un análisis de varianza y prueba no paramétrica de Tukey a 5% de significancia. El modelo matemático que corresponde al diseño en bloques completos al azar es el siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + A_i + \tau_j + A\tau_{ij} + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

- $y_{ijk}$  = Observación de la variable respuesta obtenida del tratamiento con el i-ésimo nivel de A, el j-ésimo nivel de B y la repetición k-ésima.

- $i$  =  $i$ -ésimo nivel de A, el  $j$ -ésimo nivel de B y la repetición  $k$ -ésima.
- $\mu$  = Media general.
- $A_i$  = Efecto de  $i$ -ésimo nivel del Factor A
- $\tau_j$  = Efecto del  $i$ -ésimo nivel del Factor B
- $A\tau_{ij}$  = Efecto de la interacción del  $i$ -ésimo nivel del Factor A y el  $j$ -ésimo nivel del Factor B en su repetición K.
- $\beta_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo bloque.
- $\varepsilon_{ijk}$  : Efecto del error experimental

## 6. Resultados

### 6.1. Cuaje de fruto

En la Tabla 2. se analiza el conteo de numero de flores, el cuaje y el fruto logrado en cada tratamiento desde la aparición florar hasta observar el fruto maduro. Respecto a esta variable no se encontró diferencia significativa para la interacción doble, poda - dosis de giberelinas; tampoco para los efectos independientes entre poda y giberelina.

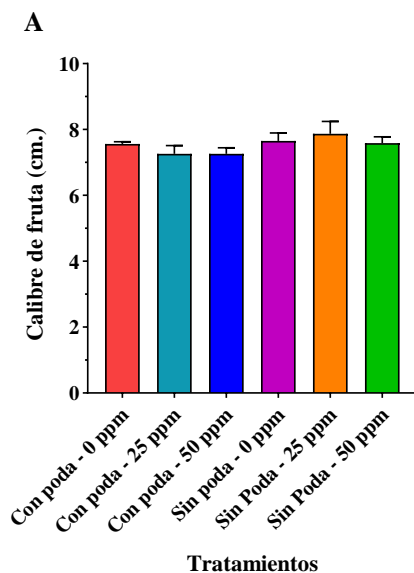
**Tabla 2.** Variables medidas relacionadas al cuaje de fruto desde su aparición hasta madurez.

Cuaje de frutos							
Tratamientos	Poda	Ácido giberélico (GA3)	Número de flores	Cuaje	Fruto logrado	Porcentaje de cuaje %	Porcentaje de fruto logrado %
T1	Con poda	0 ppm	16,87	12,27	5,27	71,95	31,34
T2	Con poda	25 ppm	18	13,47	4,73	74,42	27,37
T3	Con poda	50 ppm	18,27	13,93	4,73	76,36	26,26
T4	Sin poda	0 ppm	18,53	13,47	5,13	73,23	29,75
T5	Sin poda	25 ppm	17	13,27	4,6	77,99	27,79
T6	Sin poda	50 ppm	17,93	13,47	3,8	74,46	20,99

Tabla 2. No existe diferencia significativa según prueba de Tukey ( $p > 0,05$ ).

### 6.2. Calibre de frutos

En la Figura 3. podemos observar el calibre del diámetro de la fruta medida al momento de la cosecha. Respecto a esta variable no se encontró diferencia significativa para la interacción doble, poda - dosis de giberelinas; tampoco para los efectos independientes entre poda y giberelina.

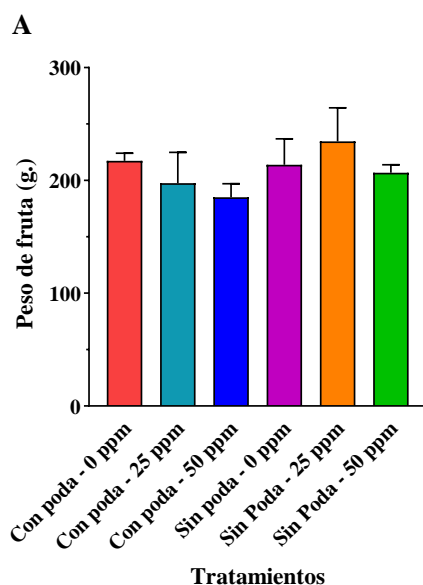


**Figura 3.** Medida del diámetro de la naranja al momento de la cosecha.

No existe diferencia significativa según prueba de Tukey ( $p > 0,05$ ). En el gráfico A se presentan el valor máximo: T5 = 7,87 cm.; y mínimo: T3 = 7,26 cm. Las barras en cada columna indican el error estándar de la media (n=3).

### 6.3. Peso fresco de frutos

En la Figura 4. se presentan el peso de la fruta medida al momento de la cosecha. Respecto a esta variable no se encontró diferencia significativa para la interacción doble, poda - dosis de giberelinas; tampoco para los efectos independientes entre poda y giberelina.

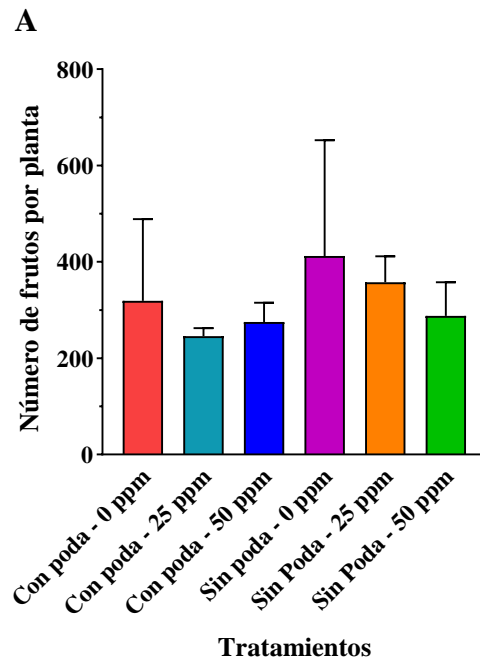


**Figura 4.** Peso de la naranja al momento de la cosecha.

No existe diferencia significativa según prueba de Tukey ( $p > 0,05$ ). En el gráfico A se presentan el valor máximo: T5 = 234,7 g.; y mínimo: T3 = 185,02 g. Las barras en cada columna indican el error estándar de la media (n=3).

#### 6.4. Número de frutos por árbol

En la Figura 5. podemos observar la cantidad de frutos que fueron cosechados por planta en estado de madurez. Respecto a esta variable no se encontró diferencia significativa para la interacción doble, poda - dosis de giberelinas; tampoco para los efectos independientes entre poda y giberelina.



**Figura 5.** Número naranjas cosechadas en estado de madurez.

No existe diferencia significativa según prueba de Tukey ( $p > 0,05$ ). En el gráfico A se presentan el valor máximo:  $T4 = 412$ ; y mínimo:  $T2 = 246$ . Las barras en cada columna indican el error estándar de la media ( $n=3$ ).

#### 6.5. Rendimiento de fruta

En la Tabla 3. se analiza el rendimiento por planta una vez cosechados el número total de fruta y el peso de cada una. Respecto a esta variable no se encontró diferencia significativa para la interacción doble, poda - dosis de giberelinas; tampoco para los efectos independientes entre poda y giberelina.

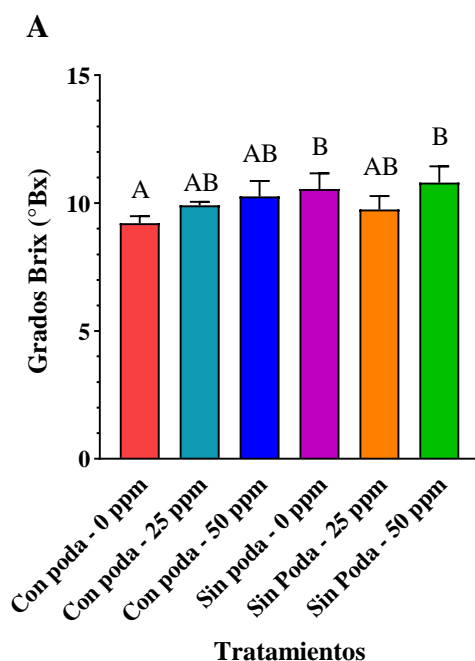
**Tabla 3.** Rendimiento aproximado de naranja en ensayo

Rendimiento aproximado				
Tratamientos	Poda	Ácido giberélico (GA3)	Kg/planta	T/ha
T1	Con poda	0 ppm	<b>69,6</b>	12,03
T2	Con poda	25 ppm	<b>48,1</b>	12,78
T3	Con poda	50 ppm	<b>51,13</b>	15,12
T4	Sin poda	0 ppm	<b>85,7</b>	17,40
T5	Sin poda	25 ppm	<b>87,13</b>	21,43
T6	Sin poda	50 ppm	<b>60,47</b>	21,78

Tabla 3. No existe diferencia significativa según prueba de Tukey ( $p > 0,05$ ). El rendimiento aproximado es calculado con un área por planta de 40 m<sup>2</sup>, posteriormente se expresa a 250 plantas/ha.

### 6.6. Sólidos solubles de zumo de fruta

En la Figura 6. se presenta los resultados del análisis de laboratorio de las muestras de jugo de naranja. Respecto a esta variable se encontró diferencia significativa para la interacción doble, poda - dosis de giberelinas en el tratamiento 6 con un valor de 10,8 °Brix.



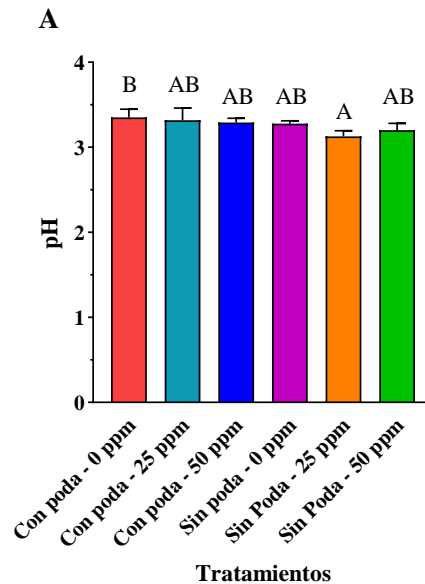
**Figura 6.** Análisis de sólidos solubles de naranja cosechada.

Existe diferencia significativa según prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ). En el gráfico A se presentan el valor máximo: T6 = 10,8 °Bx; y mínimo: T1 = 9,21 °Bx. Las barras en cada columna indican el error estándar de la media ( $n=3$ ).

### 6.7. pH de zumo de fruta

En la Figura 7. se observan los resultados del análisis de laboratorio de las muestras de jugo de naranja utilizando el equipo de medición de pH. Respecto a esta variable se encontró diferencia significativa para la interacción doble, poda - dosis de giberelina en el tratamiento 1 con un valor de 3,35 pH siendo el más alto en esa variable.



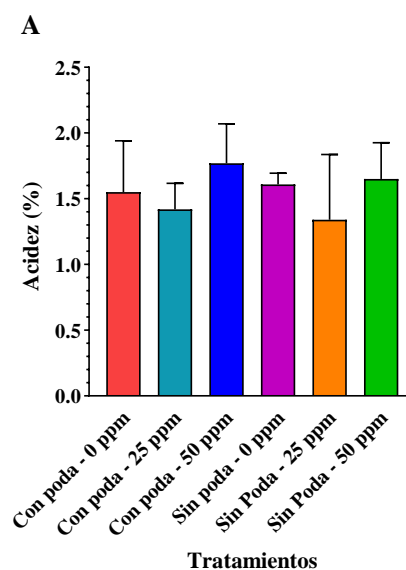


**Figura 7.** Análisis de pH de naranja cosechada.

Existe diferencia significativa según prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ). En el gráfico A se presentan el valor máximo: T1 = 3,35; y mínimo: T5 = 3,13. Las barras en cada columna indican el error estándar de la media (n=3).

### 6.8. Acidez titulable de zumo de fruta

En la Figura 8. se observan los resultados del análisis de laboratorio de las muestras de jugo de fruta. Respecto a esta variable no se encontró diferencia significativa para la interacción doble, poda - dosis de giberelina; tampoco para los efectos independientes entre poda y giberelina.

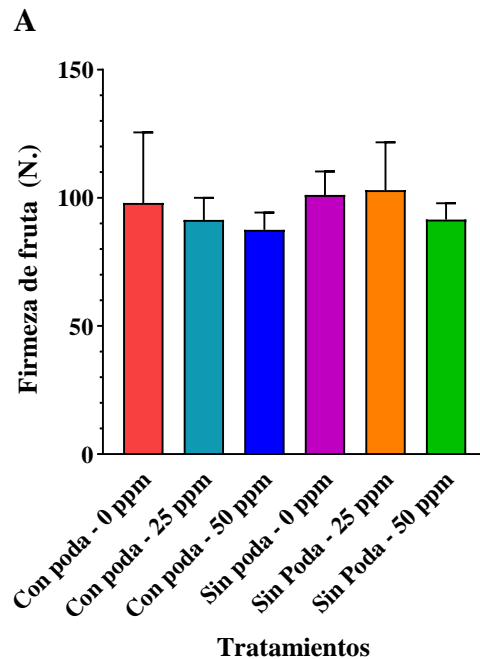


**Figura 8.** Análisis de acidez de naranja cosechada.

No existe diferencia significativa según prueba de Tukey ( $p > 0,05$ ). En el gráfico A se presentan el valor máximo: T3 = 1,77 %; y mínimo: T5 = 1,34 %. Las barras en cada columna indican el error estándar de la media (n=3).

### 6.9. Firmeza de fruto

En la Figura 9. se observan los resultados de la dureza de la corteza de la fruta al momento de la cosecha (en medida de Newton). Respecto a esta variable no se encontró diferencia significativa para la interacción doble, poda - dosis de giberelina; tampoco para los efectos independientes entre poda y giberelina.



**Figura 9.** Datos de firmeza de fruta en corteza de naranja cosechada.

No existe diferencia significativa según prueba de Tukey ( $p > 0,05$ ). En el gráfico A se presentan el valor máximo:  $T5 = 103,02$  N.; y mínimo:  $T3 = 87,62$  N. Las barras en cada columna indican el error estándar de la media ( $n=3$ ).

### 6.10. Colorimetría en corteza de fruta

En la Tabla 4. se observan los resultados de las mediciones con el Colorímetro en la corteza de la naranja, al momento de la cosecha. Respecto a esta variable se encontró diferencia significativa para la interacción doble, poda - dosis de giberelina en Luminosidad ( $L^*$ ) con un valor de  $T4 = 81,83$  y en la coordenada rojo/verde ( $a^*$ ) con el valor de  $T4 = 17,14$ .

**Tabla 4.** Datos de las mediciones de colorimetría en corteza de naranja cosechada.

Colorimetría								
T.	Poda	GA3	L*		a*		b*	C.R
T1	Con poda	0 ppm	77,45	A	5,31	A	62,07	
T2	Con poda	25 ppm	78,9	AB	7,64	AB	63,81	
T3	Con poda	50 ppm	81,12	AB	8,2	ABC	65,67	
T4	Sin poda	0 ppm	81,83	B	17,14	D	66	
T5	Sin poda	25 ppm	80,39	AB	11,89	BC	65,7	
T6	Sin poda	50 ppm	80,63	AB	12,97	CD	66,51	
GA3 x P			*		***		ns	
P			ns		ns		ns	
GA3			ns		ns		ns	

Tabla 4. T: Tratamientos. GA3: Ácido giberélico. L\*: Luminosidad. a\*: Coordenadas rojo/verde. b\*: Coordenadas amarillo/azul. C.R: Color resultante. GA3 x P: Interacción Giberelinas – Poda. P: Factor Poda. GA3: Factor Giberelinas. Los asteriscos indican diferencias significativas entre tratamientos con \*\*\*P < 0,001; \*\*P < 0,001 y \* P = < 005. No existe diferencia significativa según prueba de Tukey (p > 0,05) en b\*, tampoco entre factores con símbolo ns.

### 6.11. Matriz de correlación de Pearson de variables medidas en naranja

En la Tabla 5. Se observan los resultados de los datos que se correlacionan según la matriz de Pearson, de todas las variables expuestas en este ensayo. Se diferencia que la variable Firmeza de fruto tiende a una relación positiva cercana a 1.00 con Cuaje, Peso, Número de fruto y Rendimiento; el Peso de fruto también tiene una relación positiva cercana a 1.00 con Cuaje de fruto y el Rendimiento está correlacionado positivamente con un valor cercano a 1.00 con Cuaje, Peso y Número de frutos. Sin embargo, el pH presenta una relación negativa cercana a -1.00 con Sólidos solubles y la Acidez un valor negativo de -0,02 contra Sólidos solubles.

**Tabla 5.** Matriz de correlación de Pearson en todas las variables medidas en el ensayo.

C. b*	C. a*	C. L*	F. f.	A.	pH	S. s.	R.	N. f.	P. f.	C. f.	%F.L.	%C.	F. l.	C.
0,55	0,49	0,70	-0,45	0,57	0,19	0,26	-0,30	-0,02	-0,66	-0,48	-0,30	-0,06	-0,13	0,77
0,78	0,41	0,80	-0,48	0,34	-0,29	0,54	-0,31	-0,18	-0,54	-0,34	-0,55	0,57	-0,45	C.
-0,62	-0,24	-0,31	0,40	-0,10	0,61	-0,75	0,28	0,39	0,12	-0,06	0,98***	-0,41		F. l.
0,55	0,12	0,44	-0,03	-0,24	-0,74	0,53	0,07	-0,08	0,10	0,18	-0,35			%C.
-0,64	-0,23	-0,38	0,55	-0,29	0,48	-0,70	0,41	0,45	0,31	0,11				%F.L.
0,25	0,52	0,16	0,87*	-0,45	-0,69	0,49	0,91*	0,75	0,94**					C. f.
-0,05	0,29	-0,13	0,93**	-0,68	-0,54	0,25	0,86*	0,66						P. f.
0,25	0,69	0,40	0,85*	-0,12	-0,28	0,25	0,94**							N. f.
0,19	0,59	0,25	0,95**	-0,36	-0,47	0,31								R.
0,91*	0,77	0,73	0,12	-0,02	-0,86*									S. s.
-0,69	-0,51	-0,48	-0,35	0,33										pH
0,28	0,06	0,38	-0,59											A.
-0,06	0,41	-0,01												F. f.
0,93**	0,81*													C. L*
0,78														C. a*

Tabla 5. N.f.: Número de frutos. C.: Cuaja. F.l.: Fruto logrado. %C.: Porcentaje de cuaja. %F.L.: Porcentaje de fruto logrado. C.f.: Cuaje de frutos. P.f.: Peso de frutos. N.f.: Número de frutos. R.: Rendimiento. S. s.: Sólidos

solubles. A.: Acidez. F.f.: Firmeza de fruto. C. L\*: Colorimetría coordinada Luminosidad. C. a\*: Colorimetría coordinada rojo/verde. C. b\*: Colorimetría coordinada amarillo/azul. Los coeficientes de correlación (r) aparecen en números. Los asteriscos indican diferencias significativas entre tratamientos con \*\*\*P < 0,001; \*\*P < 0,001 y \* P = < 005.

## 7. Discusión

En cuanto al **cuaje de flores**, que fueron contabilizadas desde el momento de floración hasta alcanzar el cuaje en fase inicial de desarrollo de fruto, obteniendo porcentajes no significativos que varían entre 71,95 (T1) y 77,99 (T5); Fahad Y Rab (2014) explican que al aplicar 30 ppm de GA3 redujo significativamente el porcentaje de caída de frutos mejorando el cuajado pero la aplicación de 10 ppm afectó significativamente el cuajado por rama y la caída de los frutos. Aluja et al. (2011a) indica que los resultados de aplicación de 10 o 20 ppm de GA3 redujo la caída de los frutos al momento de la cosecha, lo que pudimos observar en este experimento al momento de la recolección que no existía caída de frutos en ningún tratamiento. Según Moon et al. (2003) en sus resultados indica que al aplicar diferentes dosis de 0, 25, 50 o 100 ppm de GA3 en mandarina Satsuma la tasa de cuajado mostró una tendencia creciente a medida que aumentaba el nivel de concentración de ácido giberélico, valores cercanos a los mostrados en este ensayo con dosis de GA3 exactamente iguales. Podemos observar de manera general que la aplicación de GA3 mejora el cuaje de flores conforme se aumenta la cantidad de ppm en cada dosificación.

En cuanto al **calibre de frutos**, la medición del diámetro ecuatorial que se realizó al momento de la cosecha los resultados obtenidos no significativos fluctúan entre 7,87 cm (T5) y 7,26 cm (T3); de manera general la mayoría de frutos tuvieron una medida similar en cualquier tratamiento aplicado. (Skm et al., 2020b) muestran los resultados de su investigación muy similares al de este informe, al aplicar 25 ppm en dos años consecutivos obtuvo un diámetro de 6.66 y 8.26 cm. respectivamente. Según SKM et al. (2020a) en su indagación mostró que el calibre varía entre 8 y 9 cm por cada naranja Washington con aplicaciones de 25 o 50 ppm de GA3, valores cercanos a los de este informe con dosis idénticas de ácido giberélico. (Singh et al., 2022) explica que al aplicar 33 ppm de GA3 al cultivo obtuvo entre 4 y 5 % mayor en tamaño de fruta durante 4 años consecutivos con valores que varían entre 6.7 y 6.9 cm; sin embargo, son valores inferiores a los mostrados en este documento, quizá debido a que las plantas estaban enfermas con Huanglongbing que produciría frutos ligeramente más pequeños, en criterio personal. (Moon et al., 2003) indica resultados positivos al aplicar dosis de 0, 25, 50 o 100 ppm de GA3 en mandarina Satsuma explicando que a mayor cantidad de GA3 el tamaño incrementaba pero a menor dosis disminuía.

En cuanto al **peso de frutos** los resultados no significativos que se obtuvieron de la fruta al momento de la cosecha varían entre 234,7 (T5) y 185,02 g. (T3). Según Fahad Y Rab (2014) al aplicar 10 ppm de GA3 afectó significativamente al peso de la fruta. (Skm et al., 2020b) explica

que al aplicar 25 ppm de GA3 por dos años consecutivos obtuvo un peso de 171.39 y 299.90 g. por cada fruto pesado respectivamente, valores similares a los expresados en este informe. El autor Aluja et al. (2011a) indica que obtuvo valores significativos en el peso de fruta al aplicar 15 ppm de GA3 con un incremento de 34 g. por naranja y con valores promedio entre 600 y 800 g. por fruto superando los de este ensayo con 400 g. y menor dosis de GA3, por lo que no concuerda con los resultados de este informe, es posible que el cultivo tratado este estrictamente tecnificado por lo que obtiene mejor distribución nutricional y mayor peso de fruta. (SKM et al., 2020a) expresa que al aplicar dosis de 25 o 50 ppm en naranja Washington las frutas tuvieron un peso entre 300 y 400 gramos, valores que superan y no concuerdan con los de este informe a pesar de ser las mismas dosificaciones de GA3, en este caso, la diferencia de peso es posible que se deba a la combinación con poda que se realizó en este ensayo y que las plantas tengan que distribuir su carga nutricional entre vegetación y fructificación, haciendo que el peso de cada naranja disminuya notablemente. (Talat et al., 2020) en su experiencia en mandarina Kinnow encontró que al aplicar 65 ppm de GA3 el peso de cada fruta fue de 196.40 g. siendo el valor mayor registrado, luego de la dosificación con 85 ppm que mostró igual un crecimiento significativo; estos datos concuerdan con los valores obtenidos y demostrando que el ácido giberélico tiende a mejorar ligeramente el peso, pues el GA3 le indica a la planta enviar nutrientes a donde requiere, es decir, en la fruta.

En cuanto al **número de frutos** por planta de este experimento, la cantidad de naranjas que fueron calculados al momento de la cosecha de cada árbol para el ensayo posee valores no significativos que promedian entre 412 (T4) y 246 (T2). (Skm et al., 2020b) nos muestra resultados de su investigación e indica que al aplicar 25 ppm de GA3 en dos años consecutivos obtuvo 196.67 y 220.00 frutos por planta en promedio respectivamente, siendo estos valores muy afines a los de este informe. De igual manera SKM et al. (2020a) aplicando diferentes dosis de 25 o 50 ppm demostraron que el número de frutos obtenidos oscilan entre 100 y 200 frutos por planta en naranja Washington, valores ligeramente inferiores a los promedios de este documento, pero que se acercan al promedio inferior con una diferencia muy baja. (Reig et al., 2011) en su experimento indica que la aplicación de 50 ppm GA3 en níspero, resultó en la inhibición de botones florales, por lo que aumentó el número de cuajado compensado la poca carga floral y por consiguiente mayor número de frutos de mejor calidad adelantando la cosecha, aunque no fueron valores significativos contra el tratamiento control. Por lo que se puede deducir que la aplicación de ácido giberélico está inmerso en la cantidad de frutos demostrado en este informe.

En cuanto al **rendimiento** los resultados no son significativos y presentan valores que fluctúan entre 87,13 (T5) y 48,1 (T2) kg/planta. Esto no concuerda con Orduz-Rodríguez Y Garzón (2012) quienes encontraron en su ensayo rendimientos entre 169 y 147,8 kg/árbol, esta cantidad debido al manejo del cultivo especializado que posee y la alternancia de producción que esta especie donde un año expresa en producción alta, pero al siguiente no, pues repone en desarrollo y crecimiento vegetativo. Según Fahad Y Rab (2014) explican que al aplicar 30 ppm de GA3 mejora significativamente el rendimiento por planta de naranja, esto con una dosificación cercana a los tratamientos expuestos en este informe y concordando que el ácido giberélico mejora el rendimiento del frutal. (Skm et al., 2020b) manifiesta que en su experimento al aplicar 25 ppm de GA3 en dos años consecutivos obtuvo un rendimiento de 33.46 y 65.86 kg/planta respectivamente, con una dosificación similar los valores expresados concuerdan a los presentados en este informe. Sin embargo, SKM et al. (2020a) en su experiencia en naranja Washington los resultados indican que al aplicar dosis de 25 o 50 ppm el rendimiento es de 50 y 75 kg por planta, valores inferiores y que no concuerdan con los resultados de este documento, posiblemente a una variación tanto del número de frutos como del peso de los mismos. (Singh et al., 2022) expresa que al aplicar 33 ppm de GA3 al cultivo obtuvo un 29% mayor de rendimiento durante 4 años consecutivos con valores que varían entre 77 y 128 kg/planta; valores que concuerdan con los de este ensayo. En general, se obtuvieron valores similares o muy cercanos en la zona donde se llevó a cabo el estudio. Quizá debido a que se aplicó una sola vez en el ensayo de este informe, no se obtuvo aumento significativo en cuanto a las variables como calibre, número, peso de frutos que repercute en el rendimiento con consecuencias no significativas.

En cuanto a los **sólidos solubles**, los valores resultantes obtenidos fueron significativos y oscilan entre 9,21 (T1) y 10,8 (T6) °Bx. Según los resultados de Skm et al. (2020b) en su experimento, al aplicar 25 ppm de GA3 por dos años consecutivos obtuvo valores de 11.93 y 11.33 °Bx, respectivamente; los cuales son superiores a los mostrados en este informe, es decir obtuvo naranjas ligeramente más dulces. (SKM et al., 2020a) indica que en las mismas dosificaciones de 25 o 50 ppm de GA3 obtuvo resultados entre 10 y 11 °Bx en naranja Washington, valores similares a los de este ensayo. (Talat et al., 2020) expresa en sus deducciones que en mandarina Kinnow al aplicar 25 ppm de GA3 obtuvo 13,65 °Bx, valor superior al demostrado en este informe. Además, Hikal (2013) enuncia una mejora significativa en los sólidos solubles aplicando 20 ppm de GA3 en naranja Washington Navel con valores que oscilan entre 12,51 y 12,73 %, los cuales no concuerdan con este informe. Se puede analizar



de manera general que las diferentes aplicaciones de ácido giberélico aumentan los sólidos solubles en la fruta cosechada, pero los valores expuestos en este documento son ligeramente bajos, probablemente, debido a que la fruta contaba con matices verdosos que no le permitieron aumentar los azúcares inmersos en el jugo. Posteriormente en colorimetría, se explica que la dosificación de GA3, retrasa la maduración en algunas plantas.

En cuanto al **pH** de este ensayo los valores obtenidos no son significativos y tienen un promedio entre 3,13 (T5) y 3,35 (T1). Según Gundogdu et al. (2017) en su experiencia en la aplicación de 50 ppm de GA3 en fresa obtuvo el pH más bajo que los tratados con 100 ppm y el control; con la misma dosificación aplicada en naranja los valores son similares a los expuestos en este experimento. (Yildirim Y Koyuncu, 2010) indica que no encontró diferencias significativas en cereza dulce con la aplicación de 5, 10, 15, 20 o 25 ppm de GA3 además del control, puesto que los resultados son muy similares oscilando entre 3,92 y 3,85; esta ausencia de significancia concuerdan con análisis de este documento. Sin embargo, Çolak (2018) encontró diferencias significativas en el cultivo de moras Jumbo, donde aplicando 5 o 10 ppm obtuvo un pH de 3,69 y 3,68 respectivamente; valores que no concuerdan con los de este informe pues superan ligeramente los datos presentados. Entonces se discute que la aplicación de GA3 en algunos casos puede ser significativo, probablemente debido al cultivo o a la dosificación, y en otros no es significativo como sucedió con este caso.

En cuanto a la **acidez** los resultados obtenidos no son significativos y tienen un promedio entre 1,34 (T5) y 1,77 (T3) g. ácido cítrico/100 ml de jugo, en este informe. Según Skm et al. (2020b) los valores obtenidos en su ensayo al aplicar 25 ppm de GA3 en dos años consecutivos resultaron en 1.81 y 2.33 respectivamente, valores que superan ligeramente a los conseguidos en este documento. (SKM et al., 2020a) indica que aplicando 25 o 50 ppm de GA3 en naranja Washington se obtuvo un porcentaje entre 1 y 1.5 de acidez, por lo que la aplicación de esa dosis de GA3 concuerda con los que este ensayo y mantiene los valores rondando en ese promedio. (Talat et al., 2020) indica que al aplicar 45 ppm de GA3 disminuye la acidez en mandarina Kinnow con un valor mínimo de 0,33 %, en cambio el valor máximo se mostró en los frutos testigos (0,66%). (Rokaya et al., 2016) en sus resultados explica que la dosificación de 10, 20 y 30 ppm de GA3 no mostraron diferencias significativas en cuanto al control, pero que disminuyeron la acidez. Además, Hikal (2013) indica en los datos de su ensayo, al aplicar 20 ppm de GA3 en naranja Washington Navel obtuvieron el porcentaje de acidez más alto en dos fechas distintas de estudio con valores que oscilan entre 1,07 y 1,16 %, los cuales no confirman con los logrados en este documento.

En cuanto a la **firmeza de fruta** las mediciones no son significativas y muestran valores promedio que fluctúan entre 87,62 (T3) y 103,02 (T5) N. (Rokaya et al., 2016) obtuvo que la aplicación de GA3 en diferentes dosis de 10, 20 y 30 ppm afectaba significativamente a la resistencia de la corteza en mandarina; los valores que muestra el ensayo varían en cuanto a la fecha de diferentes cosechas pero todos son superiores a los del tratamiento control, con valores que oscilan entre 4,36 y 3,45 kg/cm<sup>2</sup>. De manera similar Coggins et al. (2018) indica que la aplicación en naranja variedad Navel de GA3 entre dosis de 2.5, 5 y 10 ppm retrasa el ablandamiento del tejido de la fruta aumentando la resistencia a la perforación de la cáscara con valores que oscilan entre 433 y 240 g./1mm.; es decir que a mayor valor el tejido es más resistente. (Aluja et al., 2011b) en su experiencia con toronja indica que al aplicar 20 o 40 ppm de GA3 retrasó significativamente el reblandecimiento del epicarpio de la fruta, en contra del tratamiento control que fue la menos firme. Con eso se puede indagar que la aplicación de ácido giberélico tiende a aumentar la firmeza del fruto.

En cuanto a la **colorimetría** la mayoría de resultados en la coordenada rojo/verde muestran valores significativos en el color verde con datos que oscilan entre 5,31 (T1) y 17,14 (T4); explicando que las naranjas a pesar de que la fecha de madurez ya era visible, seguían con tonalidades verdosas, pero con sabor dulce en su jugo. (Gambetta et al., 2014) en su ensayo demostró que al aplicar 10 ppm de GA3 logra valores de 10 en la coordenada rojo/verde (a\*); dato que son representativos y se asemejan al de este informe. De manera parecida, A. Şen (2012) indica que al aplicar 10 ppm de GA3 en mandarina Satsuma, los valores de la coordenada rojo/verde (a\*) se mantienen con diferencia significativa en contraste con las demás coordenadas medidas manteniendo similitud a este documento donde las naranjas, a pesar de cumplir su fecha de madurez, seguían con tonalidades verdosas. (Talat et al., 2020) en sus resultados encontró que al no aplicar ninguna dosis de GA3 las mandarinas Kinnow maduraron de manera uniforme hasta su tonalidad naranja, sin embargo, el aplicar 85 ppm de GA3 retrasó significativamente el desarrollo del color de la cáscara, efectos que se notaron en esta experiencia. Se observa que la aplicación de ácido giberélico resulta en mantener con coloraciones verdosas a las frutas en su estado de cosecha, como sucedió en este ensayo con las dosificaciones aplicadas.

## **8. Conclusiones**

- ✓ De manera general, los resultados indican que las aplicaciones combinadas de ácido giberélico y podas no generaron efectos significativos sobre el rendimiento de fruta, quizá debido a que se realizó una sola aplicación de GA3 o que la poda no generaría un efecto inmediato en la cosecha evaluada, sino en las posteriores al presentado.
- ✓ Al aplicar 50 ppm de ácido giberélico y sin poda (Tratamiento 6) los resultados estadísticos mostraron incremento de sólidos solubles con un valor de 10.8 °Bx y los demás tratamientos se relacionaron con valores inferiores que no tuvieron significancia.
- ✓ De igual manera, al aplicar 0 ppm de GA3 y sin poda (Tratamiento 4), demostró cambio significativo en cuanto a la colorimetría en luminosidad con el mayor valor de 81,83 L\* y coordenadas rojo/verde con un dato de 17,14 a\* con un color verde oscuro.

## **9. Recomendaciones**

- ✓ Se debería realizar más aplicaciones en intervalo por fechas durante el crecimiento de la naranja desde su floración hasta algunas semanas de GA3 a cada fruta y observar si existen cambios significativos.
- ✓ Evaluar la cosecha posterior a la poda realizada en este ensayo y en sus resultados analizar si existe algún efecto a largo tiempo.
- ✓ En caso de realizar un experimento parecido, quizá se pueda optar por usar más repeticiones en cada tratamiento, para que haya mayor cantidad de datos en cada resultado, buscando homogeneidad y mayor claridad en los efectos.
- ✓ El control al momento de la cosecha es importante para conseguir valores exactos y el rendimiento sea preciso por cada planta.

## 10. Bibliografía

- A. Şen, K. B. M., H. Zafer Can, PK Teksür. (2012). Effect of preharvest gibberellic acid and calcium applications on on-tree storage of satsuma mandarins. VII International Postharvest Symposium 1012,
- Agrocalidad. (2020). *La Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario*. <https://www.agrocalidad.gob.ec/>
- Aguilar, M., Melgarejo, L. M., Y Romero, M. (2007). Fitohormonas. *Departamento de biología. Universidad de Colombia. Bogotá*.
- Agustí, M., Zaragoza, S., Bleiholder, H., Buhr, L., Hack, H., Klose, R., Y Staub, R. (1995). Escala BBCH para la descripción de los estadios fenológicos del desarrollo de los agríos (Gén. Citrus). *Levante Agrícola*(332), 189-199.
- Aluja, M., Bigurra, E., Birke, A., Greany, P., Y McDonald, R. (2011a). Delaying senescence of 'Ruby Red' grapefruit and 'Valencia' oranges by gibberellic acid applications. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(1), 41-55.
- Aluja, M., Bigurra, E., Birke, A., Greany, P., Y McDonald, R. (2011b). Delaying senescence of "Ruby Red" grapefruit and "Valencia" oranges by gibberellic acid applications \* Uso de ácido giberélico para retrasar la senescencia de toronja "Ruby Red" y naranja "Valencia".
- Álvarez-Ramos, R., Azuara-Domínguez, A., Rodríguez-Castro, J. H., Zavala-Zapata, V., Sánchez-Borja, M., Y Vargas-Tovar, J. A. (2022). Seasonal abundance of *Diaphorina citri* associated with the phenology of citrus crops. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(1), 89-101.
- AOAC, A. (2000). Official Method 942.15 Acidity (Titratable) of fruit products read with AOAC official method 920.149 preparation of test sample, file. *C:/Users/ASUS/Downloads/dlscrib.com-pdf-942-15 dl\_99ac2d7d3adcf66d29ecbec953f1639b.pdf*.
- Arboleda García, J. S. (2020). Desarrollo de caramelos a base de cáscara de naranja (*Citrus X sinensis*) con la adición de miel de abeja.
- Arteaga, D. J. G., Y Calderón, R. G. G. (2017). *Efecto de un biorregulador en el desarrollo inicial de varias especies frutales* Calceta: ESPAM].
- Baek, K.-H., Y Skinner, D. Z. (2012). Production of reactive oxygen species by freezing stress and the protective roles of antioxidant enzymes in plants.
- Binenbaum, J., Weinstain, R., Y Shani, E. (2018). Gibberellin localization and transport in plants. *Trends in plant science*, 23(5), 410-421.

- Carlson, R. D., Y Croveti, A. J. (1990, 1990). Commercial uses of gibberellins and cytokinins and new areas of applied research.
- Castro Ycaza, K. V., Y Ocampo Chávez, J. E. (2015). *Caracterización físico-química de la biomasa residual del cultivo de cacao (Theobroma Cacao L), naranja (Citrus Sinensis, Variedad Valenciana,) y mandarina (Citrus Reticulata) en la provincia Bolívar* Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias.].
- Coggins, C. W., Henning, G. L., Y Anthony, M. F. (2018). Possible methods to increase efficacy of gibberellic acid applied to navel orange trees. In *Adjuvants for Agrichemicals* (pp. 567-572). CRC Press.
- Çolak, A. M. (2018). Effect of melatonin and gibberellic acid foliar application on the yield and quality of Jumbo blackberry species. *Saudi journal of biological sciences*, 25(6), 1242-1246.
- Comercio, E. (2011). *La naranja está en temporada*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/naranja-temporada.html>
- Estrada Guanoluisa, J. E. (2020). *Efecto de la poda sobre el cultivo de naranja (Citrus sinensis) en Ecuador* Babahoyo: UTB, 2020].
- Fahad, S., Hussain, S., Matloob, A., Khan, F. A., Khaliq, A., Saud, S., . . . Ullah, N. (2015). Phytohormones and plant responses to salinity stress: a review. *Plant growth regulation*, 75, 391-404.
- Fahad, S., Y Rab, A. (2014). Association of gibberellic acid (GA3) with fruit set and fruit drop of sweet orange. *Journal of Biology, Agricultural and Healthcare*, 4(2), 54-59.
- Galarza, P. (2010). Evaluación a la aplicación de giberelina (New gibb 10%), para inducir a la brotación en tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*). *Quito (Ecuador)*.
- Gambetta, G., Mesejo, C., Martínez-Fuentes, A., Reig, C., Gravina, A., Y Agustí, M. (2014). Gibberellic acid and norflurazon affecting the time-course of flavedo pigment and abscisic acid content in 'Valencia'sweet orange. *Scientia Horticulturae*, 180, 94-101.
- Garmendia, A., Beltrán, R., Zornoza, C., García-Breijo, F. J., Reig, J., Y Merle, H. (2019). Gibberellic acid in *Citrus* spp. flowering and fruiting: A systematic review. *PLoS One*, 14(9), e0223147.
- Gilani, S. A. Q., Basit, A., Sajid, M., Shah, S. T., Ullah, I., Y Mohamed, H. I. (2021). Gibberellic Acid and Boron Enhance Antioxidant Activity, Phenolic Content, and Yield Quality in *Pyrus Communis* L. *Gesunde Pflanzen*, 73(4), 395-406.

- Gundogdu, M., Selma, B., Canan, I., Kocoglu, S. T., Celik, F., Y Akgul, T. (2017). Determination of effect of gibberellic acid treatments on the fruit quality of strawberry cv. Seascape. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 27(4), 608-612.
- Hallo Ortiz, J. A. (2013). *Estudio físico-químico y cromatográfico comparativo del fruto de naranja variedades valencia (Citrus sinensis) y tangelo (Citrus paradisi x citrus reticulata) en dos estados de madurez proveniente del cantón "las naves"*
- Hikal, A. (2013). Effect of foliar spray with gibberellic acid and amcotone on fruit Set, dropping, component yield and fruit quality of Washington Navel orange trees. *Journal of Plant Production*, 4(6), 1015-1034.
- INEC. (2020). Superficie. según producción y ventas de naranja. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2020/Tabulados%20ESPAC%202020.xlsx](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Tabulados%20ESPAC%202020.xlsx)
- Khan, T. A., Fariduddin, Q., Y Yusuf, M. (2017). Low-temperature stress: is phytohormones application a remedy? *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 21574-21590.
- Lado, J., Gambetta, G., Y Zacarias, L. (2018). Key determinants of citrus fruit quality: Metabolites and main changes during maturation. *Scientia Horticulturae*, 233, 238-248.
- Manzi Fraga, M. J. (2011). Respuesta metabólica y reproductiva de dos variedades de cítricos bajo estrés hídrico.
- Marini, R. P., Sherif, S. M., Y Smith, A. H. (2020). Physiology of pruning fruit trees.
- Moon, Y.-E., Kim, Y.-H., Kim, C.-M., Y Kho, S.-O. (2003). Effects of foliar application of GA3 on flowering and fruit quality of very early-maturing satsuma mandarin. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology*.
- Orduz-Rodríguez, J. O., Y Garzón, D. L. (2012). Alternancia de la producción y comportamiento fenológico de la naranja'Valencia'(Citrus sinensis [L.] Osbeck) en el trópico bajo húmedo de Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 13(2), 136-144.
- Pelcastre Rivera, J. (1999). *Producción forzada de naranja valencia (Citrus sinensis) en la región de Montemorelos, Nuevo León*. Universidad Autónoma de Nuevo León].
- Ramirez, F. V., Y Luna, G. (2015). *Uso de un complejo hormonal y micronutrientes en naranja Valencia*.
- Ramón, J. A. Q. (2015). *Uso de giberelinas en la producción forzada de naranja Washington Navel (Citrus sinensis), en la granja experimental la Cuca* [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1111/7/CD331\\_TESIS.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1111/7/CD331_TESIS.pdf)

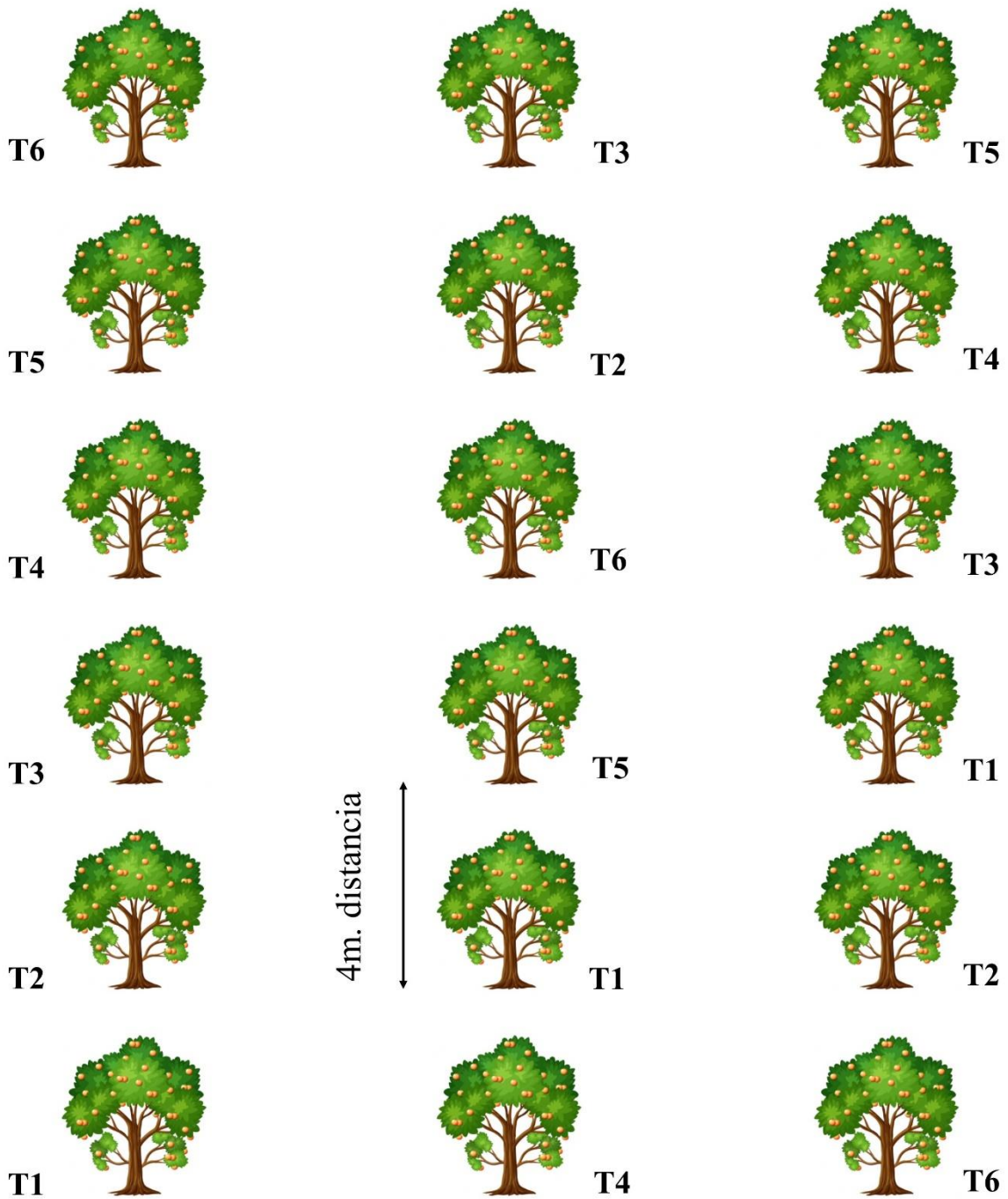
- Reig, C., Farina, V., Volpe, G., Mesejo, C., Martínez-Fuentes, A., Barone, F., . . . Agustí, M. (2011). Gibberellic acid and flower bud development in loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.). *Scientia Horticulturae*, *129*(1), 27-31.
- Reinoso, A. J. C. Q. (2003). El efecto de las Fitohormonas en la fruticultura. *La Granja*, *2*(1), 29-30.
- Reyes, S. e., Y Nicolás, M. s. (2016). Usos de giberelinas de síntesis en la fruticultura chilena.
- Roa, A. R., Y Guerra, D. Y. D. (2017). *Criterios para la definición de planes de fertilización en el cultivo de aguacate Hass con un enfoque tecnificado*. Corpoica Editorial.
- Rodríguez, J. O. O., Arredondo, J. D. H., Rojas, E. I. L., Y Pisco, R. R. (2018). Respuesta de la naranja Valencia (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) a diversos niveles de fertilización en la altillanura plana de Colombia durante nueve años. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, *19*(3), 471-484.
- Rodríguez, J. O. O., Y Garzón, D. L. (2012). Alternancia de la producción y comportamiento fenológico de la naranja'Valencia'( *Citrus sinensis* [L.] Osbeck) en el trópico bajo húmedo de Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, *13*(2), 136-144.
- Rodríguez, T. J. C., Y Sango, C. S. G. (2013). Propuesta para exportar Araza hacia el mercado europeo para la organización FIOPIEP de la provincia de Pichincha.
- Rojas, S. P., Caamal, I. C., Y Pat, V. F. G. (2018). Análisis de la distribución del comportamiento de la producción de naranja en los principales países productores. *Turismo, movilidad y desarrollo sostenible.*, 85.
- Rokaya, P. R., Baral, D. R., Gautam, D. M., Shrestha, A. K., Y Paudyal, K. P. (2016). Effect of pre-harvest application of gibberellic acid on fruit quality and shelf life of mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). *American Journal of Plant Sciences*, *7*(07), 1033.
- Sánchez-Sánchez, E., Osuna-Ramírez, E., de Jesús Beltrán-Fonseca, M., Padilla-Valenzuela, I., Y Ramírez-Arredondo, J. A. (2009). Inhibición de la floración en árboles jóvenes de mango (*Magnifera indica* L.) Keitt, aplicado con ácido giberélico. *Biotecnia*, *11*(3), 3-11.
- Segnana, L. R. G., Y Arguello, C. C. T. (2019). *Cultivo de cítricos*. [https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt\\_03.pdf](https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_03.pdf)
- Singh, S., Livingston, T., Tang, L., Y Vashisth, T. (2022). Effects of Exogenous Gibberellic Acid in Huanglongbing-affected Sweet Orange Trees under Florida Conditions—II. Fruit Production and Tree Health. *HortScience*, *57*(3), 353-359.

- SKM, A. E.-N., Abdelkhalek, A., Baiea, M., Y Amin, O. (2020a). Mitigation of heat stress effects on Washington navel orange by using melatonin, gibberellin and salicylic treatments. *Plant Arch*, 20, 3523-3534.
- Skm, A. E.-N., Abdelkhalek, A., Baiea, M., Y Amin, O. (2020b). Response of valencia orange trees grown under sandy soil to mitigation of heat stress by melatonin, gibberellin and salicylic acid application. *Plant Arch*, 20(2), 2252-2258.
- Stirk, W. A., Tarkowská, D., Turečová, V., Strnad, M., Y Van Staden, J. (2014). Abscisic acid, gibberellins and brassinosteroids in Kelpak®, a commercial seaweed extract made from *Ecklonia maxima*. *Journal of applied phycology*, 26, 561-567.
- Talat, H., Shafqat, W., Qureshi, M. A., Sharif, N., Raza, M. K., ud Din, S., . . . Jaskani, M. J. (2020). Effect of gibberellic acid on fruit quality of Kinnow mandarin. *J Glob Innov Agri Soc Sci*, 8(2), 59-63.
- Vivanco, G. I. C. (2019). *Efecto del anillado y aplicación de fitohormonas en la floración, cuajado y crecimiento de frutos en plantas de naranja en el Centro Binacional Zapotepamba de la provincia de Loja*. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/22301>
- Yances Astudillo, S. (2018). *Importancia de la producción de naranja en Caluma y el impacto que tiene en los festivales del cantón: análisis cultural turístico* [Quito].
- Yildirim, A. N., Y Koyuncu, F. (2010). The effect of gibberellic acid applications on the cracking rate and fruit quality in the '0900 Ziraat' sweet cherry cultivar. *African Journal of Biotechnology*, 9(38), 6307-6311.
- Zhang, L., Koc, A. B., Wang, X. N., Y Jiang, Y. X. (2018). A review of pruning fruit trees.



## 11. Anexos

### Anexo 1. Esquema de los tratamientos y la ubicación por planta



### BLOQUE 1

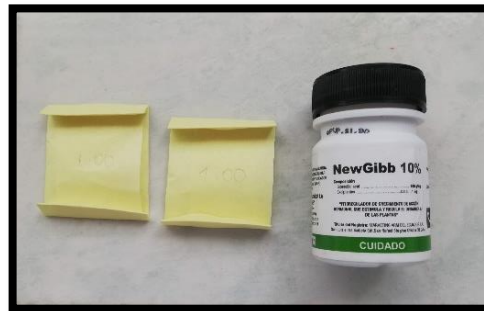
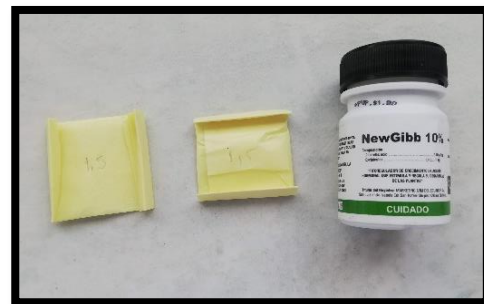
T1 = Con poda - 0 ppm ácido giberélico  
T2 = Con poda - 25 ppm ácido giberélico  
T3 = Con poda - 50 ppm ácido giberélico

### BLOQUE 2

T4 = Sin poda - 0 ppm ácido giberélico  
T5 = Sin poda - 25 ppm ácido giberélico  
T6 = Sin poda - 50 ppm ácido giberélico

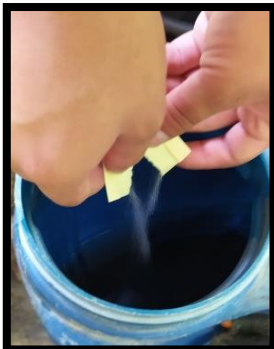
### BLOQUE 3

## Anexo 2. Fotografías



Poda de frutales de naranja

Muestras de ácido cítrico aplicados



Aplicación de dosificaciones de ácido giberélico

Fase de la fruta donde se aplicó el ácido giberélico





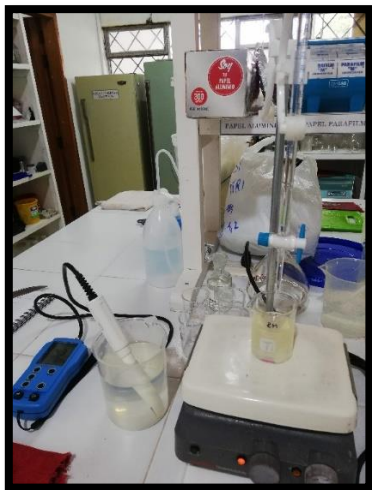
Medición y peso de fruta al momento de la cosecha en campo.

Cantidad de fruta cosechada en campo.



En laboratorio, medición de color de corteza y firmeza de fruta.

En laboratorio, equipos para medir sólidos solubles, pH y Acidez.



---

Laboratorio donde se procesaron las muestras de zumo de naranja

---

### Anexo 3. Certificado de traducción del Abstract

#### CERTIFICADO DEL RESUMEN

Yo, **Maholy Katherine Morocho Merino**, portadora de la cedula de Identidad N°:1104677131. Licenciada en Ciencias de la Educación Especialidad Idioma Inglés. Certifico la traducción al idioma Inglés el resumen de la tesis denominada: "**Efecto de la aplicación del ácido giberélico y la poda para mejorar el rendimiento en el cultivo de naranja (*Citrus sinensis* O. var. Valencia) en Zapotepamba, Provincia de Loja**", perteneciente al señor **David Vladimir Valle Castillo**, esta corresponde al texto original en español.

A la parte interesada muy atentamente,



**Maholy Katherine Morocho Merino**

Licenciada en Ciencias de la Educación Especialidad Idioma Inglés  
Registro N° 1008-2016-1695982 SENEYCIT.