



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**“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”.**

Tesis de grado previa a la
obtención del Título de
Ingeniero Agrónomo

Autor:

Gustavo Israel Córdova Vivanco

Director:

Dr. Max Encalada Córdova Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2019

CERTIFICACIÓN

Dr. Max Encalada Córdova

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Que he revisado la presente tesis titulada: "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", realizada por el Señor Egresado: **GUSTAVO ISRAEL CÓRDOVA VIVANCO**, la misma que cumple con todos los lineamientos establecidos y concluyó dentro del cronograma aprobado para su respectiva presentación normada por la Universidad Nacional de Loja, por lo cual, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

Loja, 16 de julio de 2019



Dr. Max Encalada Córdova

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA**

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE
RECURSOS NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**



CERTIFICACIÓN

Una vez cumplida la reunión del tribunal de calificación del trabajo final de tesis titulado: **"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"**, de autoría del Sr. Gustavo Israel Córdova Vivanco egresado de la carrera de Ingeniería Agronómica, se le propuso realizar algunas correcciones, las mismas que han sido incluidas en el documento final.

En tal virtud, nos permitimos certificar que el trabajo final consolidado de investigación está acorde con los requerimientos de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, por lo tanto, se autoriza continuar con los trámites pertinentes.

Loja, 14 de agosto de 2019

Ing. Víctor Hugo Eras Guamán Mg.Sc
PRESIDENTE

PhD. Tulio Fernando Solano Castillo
VOCAL

PhD. Miriam Irene Capa Morocho
VOCAL

AUTORÍA

Yo, **GUSTAVO ISRAEL CÓRDOVA VIVANCO** declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posible reclamo o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Gustavo Israel Córdova Vivanco

Firma: -----

Cédula: 1105565202

Fecha: Loja, 22 de julio de 2019

CARTA DE AUTORIZACIÓN

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA: LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo, Gustavo Israel Córdova Vivanco, declaro ser el autor de la tesis titulada: “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”, como requisito para optar al grado de: **Ingeniero Agrónomo**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Digital Institucional (RDI):

Los usuarios podrán consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tengan convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 19 días del mes de julio del dos mil diecinueve, firma el autor.

Firma:



Autor:

Gustavo Israel Córdova Vivanco

C.I.:

1105565202

Dirección:

Loja, La Inmaculada

Correo Electrónico:

isra.95.cor@gmail.com

Celular:

0985004388

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis:

Dr. Max Encalada

Tribunal de Grado:

Dr. Víctor Hugo Eras

(PRESIDENTE)

Dr. Tulio Solano

(VOCAL)

Dra. Mirian Capa

(VOCAL)

AGRADECIMIENTO

Al finalizar el presente trabajo investigativo agradezco a Dios por permitirme terminar esta etapa de mi vida. A la Universidad Nacional de Loja, a la Facultad Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables, igualmente a la Carrera de Ingeniería Agronómica, que me dio la posibilidad de estudiar, formarme, y alcanzar mis anhelos de ser un profesional.

A todos sus distinguidos Catedráticos por haberme compartido sus sabios conocimientos y enseñanzas y de manera muy especial al Ing. Max Encalada, quien, con su capacidad intelectual y calidad humana, supo brindarme sus conocimientos científicos-técnicos que permitieron concluir con éxito la presente investigación.

A mis padres, y a todos mis hermanos por la confianza y el apoyo brindado durante el transcurso de mi vida estudiantil.

Gustavo Córdova

Autor

DEDICATORIA

Con el corazón lleno de alegría y emoción, dedico este trabajo de tesis primeramente a Dios por ser quien ha estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas para continuar luchando día tras día y seguir adelante rompiendo todas las barreras que se me presenten. A mis queridos padres, Jorge y Rosa, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, y sobre todo por el sin número de consejos brindados que me han permitido ser una mejor persona.

A mis hermanos, familiares y amigos por su cariño y apoyo incondicional.

Gustavo Córdova

Autor

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
CERTIFICACIÓN	i
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	ii
AUTORÍA.....	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
SUMARY	xiv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Generalidades y origen de la naranja	4
2.2. Floración en cítricos.....	4
2.2.1. Fenología de la flor	4
2.2.2. Proceso de floración.....	4
2.2.3 Inducción floral	5
2.2.4 Diferenciación floral	6
2.2.5 Antesis floral	6
2.3. Factores que promueven la floración en cítricos.....	6
2.3.1. Factores exógenos.....	6
2.3.1.1. Temperatura:	6
2.3.1.2. Estrés hídrico	6
2.3.1.3 Polinización.....	7
2.3.1.4 Fecundación	8
2.3.2. Factores endógenos	8
2.3.2.1. Carbohidratos	8
2.3.2.2. El Etileno	9
2.3.2.3. Las Giberelinas (AG).....	9

2.3.2.4. Carga de frutos	9
2.4. Procesos fisiológicos de desarrollo vegetativo, floración y cuajado.....	10
2.4.1. Desarrollo vegetativo	10
2.4.2. Formación y desarrollo de órganos florales	10
2.4.3. Niveles de carbohidratos y su relación con el cuajado	10
2.5. Abscisión.....	11
2.6. Cuajado	13
2.7. Control hormonal de la floración y el cuajado.....	14
2.7.1 Efectos de las AG sobre el cuajado.....	15
2.7.2 Efectos del clima sobre el desarrollo vegetativo, la floración y el cuajado	15
2.8. Manejo de la floración y el cuajado.	16
2.8.1. Raleo de frutos	16
2.8.2 Anillado y rallado.....	17
2.9. Aplicación de reguladores de crecimiento.	18
2.9.1. Floración	18
2.9.2. Cuajado	19
3. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. Ubicación	20
3.2. Condiciones agroclimáticas	20
3.3. Cultivo de naranja donde se desarrolló el ensayo	20
3.4. Descripción del experimento	21
3.5. Metodología para determinar el efecto del anillado en la floración, cuajado y crecimiento de frutos en plantas de naranja.....	21
3.6. Metodología para evaluar el efecto de fitohormonas en la floración, cuajado y crecimiento de frutos en plantas de naranja.....	22
3.7. Metodología para determinar el efecto combinado del anillado y la aplicación de fitohormonas en la floración, cuajado y crecimiento de frutos en plantas de naranja	22
3.8. Identificación de tratamientos.....	23
3.9. Composición química del complejo hormonal Maxi-Grow.....	23
3.10. Muestreo	23
4. RESULTADOS.....	24
4.1. Número de días al inicio de la floración	24
4.2. Número de flores.....	25
4.3. Número de frutos al cuajado inicial	26

4.4.	Número de frutos al cuajado final.....	27
4.5.	Número de estructuras reproductivas por planta.....	27
4.6.	Diámetro del fruto.....	29
4.7.	Peso del fruto	30
4.8.	Caída de frutos (Abscisión).....	30
5.	DISCUSIÓN	32
5.1.	Número de días al inicio de la floración	32
5.2.	Número de flores.....	32
5.3.	Número de frutos al cuajado inicial	33
5.4.	Número de frutos al cuajado final.....	33
5.5.	Diámetro del fruto.....	35
5.6.	Peso del fruto	36
5.7.	Caída de frutos (Abscisión).....	36
6.	CONCLUSIONES	38
7.	RECOMENDACIONES.....	39
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	40
9.	ANEXOS	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación del Centro Binacional Zapotepamba	20
Figura 2. Número de días al inicio de la floración	24
Figura 3. Número de flores	25
Figura 4. Número de frutos al cuajado inicial	26
Figura 5. Número total de estructuras reproductivas durante los meses enero a abril de 2019	28
Figura 6. Caída de frutos (Abscisión)	30

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Pág.
Tabla 1. Descripción de tratamientos	23
Tabla 2. Composición del complejo hormonal Maxi-Grow en gr/lit	23
Tabla 3. Análisis de varianza para número de días al inicio de la floración a los 35 DDAT	25
Tabla 4. Análisis de varianza para número de flores a los 70 DDAT	26
Tabla 5. Análisis de varianza para número de frutos al cuajado inicial a los 91 DDAT	27
Tabla 6. Análisis de varianza para número de frutos al cuajado final a los 98 DDAT	27
Tabla 7. Análisis de varianza para diámetro polar del fruto a los 124 DDAT	29
Tabla 8. Análisis de varianza para diámetro ecuatorial del fruto a los 124 DDAT	29
Tabla 9. Análisis de varianza para peso del fruto a los 124 DDAT	30

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Pág.
Anexo 1. Test de Tukey de las diferentes variables evaluadas	47
Anexo 2. Tríptico de socialización de resultados	51
Anexo 3. Escala Fenológica BBCH	53
Anexo 4. Hojas de registro de datos	55
Anexo 5. Evidencias fotográficas	57

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.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental Zapotepamba de la Universidad Nacional de Loja, con el propósito de evaluar el efecto del anillado y la aplicación de fitohormonas en la floración, cuajado y crecimiento de frutos en plantas de naranja. Se estableció un diseño experimental completamente al azar de muestreo dirigido en árboles adultos de naranja (*Citrus sinensis* L.) de 12 años de edad en la misma etapa fenológica, plantados a una distancia lineal de 4 m. La unidad experimental constó de un árbol y cada tratamiento con 4 repeticiones. En cada planta de naranja se seleccionaron 4 ramas experimentales, distribuidas en los cuatro puntos cardinales, cada una se etiquetó y codificó. Las variables que se midieron fueron: número de días al inicio de la floración, número de flores, número de frutos cuajados, tamaño del fruto y abscisión. Los resultados mostraron que el anillado tuvo efecto en la aceleración de la diferenciación floral a los 35 días después de aplicar el tratamiento (DDAT), con una media de 8,81 yemas florales/rama, en relación con los demás tratamientos que fue a los 49 días. A los 70 DDAT el anillado favoreció la inducción floral con un mayor número de flores alcanzando una media de 30,39 flores/rama, la aplicación de fitohormonas (Maxi-Grow) no presentó mayor efecto en relación con los demás tratamientos, al igual que la combinación de anillado más fitohormonas. A los 98 DDAT el anillado resultó con mayor número de frutos retenidos con una media de 59,31 frutos/rama, en comparación con la combinación anillado más Fitohormonas (A. Giberélico y Maxi Grow) y el uso solo de Fitohormonas. A los 124 DDAT se obtuvo que la combinación de anillado más Fitohormonas (Anillado más Maxi-Grow) presentó un efecto significativo al favorecer un mayor tamaño y peso del fruto/rama, el anillado no presentó un mayor efecto, al igual que el uso solo de fitohormonas. Finalmente, la combinación de anillado más fitohormonas presentó un mayor número de frutos retenidos en comparación con el anillado solo y la aplicación sola de fitohormonas.

Palabras clave: anillado, etapa fenológica, fitohormonas, diferenciación floral, inducción floral.

SUMMARY

The present study was carried out at Zapotepamba Experimental Station of the Universidad Nacional de Loja. Its purpose was to evaluate the effect of ring bound as well as the application of phytohormones in the blooming, and fruits setting and growing of orange plants. A completely random experimental sampling design was established on twelve-year-old adult orange trees (*Citrus sinensis* L.) at the same phenologic period, planted at a linear distance of 4 m. The experimental unit had one tree and each treatment had four repetitions. In every orange tree, four experimental branches were chosen, distributed according to the four cardinal points. Each one was labeled and codified. The variables to be measured were: number of days at the beginning of the blooming, number of flowers, number of fruits setting, fruit size, and abscission. The results showed that the ring bound had an effect in the acceleration of the floral differentiation 35 days after the treatment (DAT), with a measure of 8.81 flowers buds/branch, in relation with the other treatments that were 49 days after the treatment. The ring bound favored the flower inducement 70 DAT with more flowers, reaching a median of 30.39 flowers/branch. The application of phytohormones (Maxi-Grow) did not present a major effect in relation with the rest of the treatments, as well as the combination of ring bound and phytohormones. The ring bound produced more fruits held 98 DAT, with a median of 59.31 fruits/branch, compared with the combination of ring bound and Phytohormones (A. Giberélico and Maxi Grow) and the use of Phytohormones only. The combination of ring bound and Phytohormones (Ring bound plus Maxi-Grow) was found to have a meaningful effect by favoring a fruit/branch big size and weight 124 DAT. Either the ring bound or the Phytohormones alone did not present a major effect. Finally, the combination of ring bound and phytohormones presented more number of fruits held, in comparison with either the ring bound or the phytohormones alone.

Key words: ring bound, phenologic stage, phytohormones, floral differentiation, floral inducement.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de frutales ha logrado un lugar destacado en la agricultura actual, debido a los precios elevados y a su alto valor nutritivo; además, de crecer y desarrollarse en ecosistemas que no son considerados como aptos para el establecimiento de otras especies vegetales. Entre ellos se encuentran algunas especies del género *Citrus*; plantas de origen subtropical pero con la capacidad de adaptarse eficientemente a las condiciones tropicales, y en especial la naranja (*Citrus sinensis* L), especie vegetal con mayor importancia económica que ha permitido su comercialización en todo el mundo (Hernández, 2014).

El cultivo de naranja ha alcanzado una gran importancia económica que ha permitido su comercialización en todo el mundo. La mayor parte de producción se concentra en la región del Mediterráneo y América del Norte principalmente (Vázquez, 2009).

El consumo de naranjas, se concentra en los países desarrollados de América del Norte y Europa, que en conjunto representan más del 90 % del consumo mundial. Se están desarrollando mercados para el producto elaborado en otras regiones, sobre todo América Latina. En México, el consumo de naranjas elaboradas aumentó casi un 70 % y el consumo brasileño creció en un 54 %. Sin embargo, a raíz de la entrada al mercado de sustitutos de este producto, el consumo de fruta fresca disminuyó en muchos de los países desarrollados, pero aumentó en muchos países en desarrollo, como México, la India, Argentina, Brasil y Ecuador (FAO, 2004).

La producción de cítricos en nuestro país es una actividad que registra un gran crecimiento y se está desarrollando a gran escala con una superficie de 10219 ha en monocultivo y 58219 ha en asocio, ya que posee una diversidad de especies frutales no tradicionales para consumo interno y como oferta exportable, debido a la ubicación geográfica en la que se encuentra y a la existencia de microclimas que favorecen la diversidad de ambientes y cultivos, siendo la naranja uno de los principales cultivos que se destacan (PROECUADOR, 2014).

Ecuador es un país con gran capacidad de producción agrícola, por sus condiciones climáticas y ubicación geográfica es considerado como uno de los más aventajados en Latinoamérica en la producción y comercialización de frutas durante todo el año, cuya calidad permite cumplir con las altas exigencias del mercado internacional. El mercado europeo que demanda frutas tropicales representa una muy buena oportunidad para el productor de fruta ecuatoriana, debido a

que tiene muy buenas oportunidades de crecimiento, lo cual hace que el negocio sea rentable (Gómez, 2013).

Una característica clave de algunas especies frutales es que, a pesar de producir un alto número de flores, los árboles regulan la cantidad de ellas que finalmente cuajan y el número de frutos que llegan a cosecha. Este ajuste ha sido explicado a través de las interrelaciones que se presentan al interior de la planta, relacionadas con el 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. En cítricos se pueden llegar a producir hasta 100.000 flores en algunas variedades, con un cuajado del 2 %, alcanzando en ocasiones hasta 0.1 % (Rebolledo, 2017).

La producción de naranja tiene como problema fundamental la baja productividad, principalmente a causa del deficiente manejo del cultivo; además, de otros factores como el ataque de plagas y enfermedades, la no utilización de insumos (Biorreguladores) y la escasa de capacitación de los agricultores (García, 2017).

La fisiología de la floración en cítricos, recibe atención debido principalmente a su relevancia agronómica; su conocimiento permite realizar el manejo de este proceso, para obtener incrementos en la producción mediante aplicaciones de reguladores de crecimiento, aplicaciones foliares de productos químicos y anillado o rayado de ramas (Manzi, 2011).

En Ecuador y particularmente en la provincia de Loja, no se han encontrado referencias que informen de estudios integrales sobre el efecto del anillado y aplicación de fitohormonas en la etapa reproductiva de cítricos; específicamente en el cultivo de naranja, que contribuyan a mejorar su rendimiento. Con los antecedentes descritos anteriormente y con el fin de obtener un estudio que sustente la aplicación de estos procedimientos para mejorar la producción y rendimiento de este producto, se ha considerado oportuno realizar el presente trabajo investigativo con los siguientes objetivos:

Objetivo General:

- Contribuir el efecto del anillado y la aplicación de fitohormonas en la floración, cuajado y crecimiento de frutos en plantas de naranja (*Citrus sinensis* L.) en el Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba de la provincia de Loja, durante el período enero-abril 2019.

Objetivos Específicos:

- Determinar el efecto del anillado en la floración, cuajado y crecimiento de frutos en plantas de naranja.
- Evaluar el efecto de la aplicación de fitohormonas en la floración, cuajado y crecimiento de frutos en plantas de naranja.
- Determinar el efecto combinado del anillado y la aplicación de fitohormonas en la floración, cuajado y crecimiento de frutos en plantas de naranja.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades y origen de la naranja

La Naranja es nativa de la región tropical y subtropical del Asia, desde donde se han dispersado alrededor del mundo; se originó hace unos 20 millones de años en el sudeste asiático. Desde entonces hasta ahora han sufrido numerosas modificaciones debido a la selección natural y a hibridaciones tanto naturales como producidas por el hombre (Díaz *et al*, 2013).

2.2. Floración en cítricos

2.2.1. Fenología de la flor

Amaros (2003) afirma que la fenología es el estudio de la sucesión de los estados vitales de la planta (brotación y floración, etc.) relacionados con el clima. La fenología de la flor de naranja tiene las siguientes etapas:

1) Yema en latencia, 2) Brotadura de yemas, 3) Aparece la corola, 4) Se ven los estambres, 5) Primera flor, 6) Plena floración, 7) Caída de los pétalos, 8) Frutos cuajados y 9) Crecimiento del fruto.

2.2.2. Proceso de floración

La formación de flores en los cítricos se debe a un proceso de desarrollo unitario, diferenciando dos fases: diferenciación de meristemas y desarrollo de la flor. Este proceso es continuo y acaba con la apertura de las flores o antesis (Amaros, 2003).

Aunque en las regiones subtropicales, la formación y desarrollo de nuevos brotes se presenta en 3 o 4 ciclos definidos, el más importante es la brotación que ocurre tras el período de bajas temperaturas invernales; en el trópico y algunas regiones semitropicales, la brotación tiene lugar durante todo el año en ciclos de corta duración, separados por períodos de inactividad (Cautín, 2017).

Los factores que determinan el número de brotaciones y la floración no son bien conocidos. En los trópicos se sugiere que el estrés hídrico es el principal factor que afecta la floración, mientras que en los subtrópicos son las bajas temperaturas de invierno las que concentran la floración en verano. Se sabe que una prolongada sequía o temperaturas del suelo inferiores a 12 °C provocan la entrada en latencia de las yemas. El aumento en la temperatura del suelo o la restauración de

los períodos de precipitación incrementan el porcentaje de nudos brotados, al modificar el balance en la síntesis y/o transporte de hormonas de la raíz al brote (Rebolledo, 2017).

2.2.3 Inducción floral

La inducción floral es el proceso mediante el cual las yemas vegetativas son promovidas a florecer; como consecuencia de un estímulo exógeno (luz, temperatura, estrés hídrico), se producen cambios exógenos en el interior del meristemo apical (contenido y distribución de nutrientes, hormonas y proteínas) que dan lugar a la floración (Herrera, 2015).

La inducción floral se define como un mecanismo de activación o des represión de genes dentro de cada yema, que interactuando con las condiciones ambientales y factores endógenos lleva a las células meristemáticas a sintetizar sustancias que conducen a la formación de estructuras florales (Iglesias *et al*, 2008).

Gravina (2014) afirma que la inducción floral es el proceso mediante el cual las yemas de los frutales, originalmente vegetativas, sufren cambios metabólicos que las preparan para transformarse en yemas florales. El proceso que sigue a la inducción floral se conoce como diferenciación floral y corresponde a la manifestación externa (cambio morfológico) de este proceso. En la mayoría de los frutales las yemas vegetativas son más pequeñas y puntiagudas que las florales, siendo estas últimas más voluminosas.

El fotoperiodo necesario para la inducción floral, puede ser de 8 a 15 horas, este valor se alcanza en la región comprendida entre 0° - 40° de latitud norte y sur del Ecuador (zona del cinturón citrícola mundial), fotoperiodos más largos provocan un mayor crecimiento vegetativo y vástagos más largos (Pérez, 2009)

El conocimiento de los factores que afectan en forma directa o indirecta la inducción floral, y por lo tanto el número potencial de flores, permite implementar medidas de manejo que tiendan a optimizar la cantidad de flores formadas, en función del objetivo productivo (Agustí, 2003).

2.2.4 Diferenciación floral

La diferenciación floral viene a ser aquellas manifestaciones morfológicas e histológicas que se producen a través de la división celular, diferenciación y elongación del órgano en desarrollo (Chouza y Gravina, 2010).

Son los cambios anatómicos que ocurren cuando los puntos de crecimiento vegetativos se convierten en florales. Las yemas florales de los cítricos no pueden ser visiblemente reconocidas por su forma y tamaño. Estos cambios sólo ocurren un poco antes de la floración (Agustí, 2010).

2.2.5 Antesis floral

Lorzundi (2012), indica que la antesis (floración) se produce después de la inducción y de la diferenciación cuando existen condiciones favorables de temperatura y de humedad edáfica. El estadio de antesis, comienza con la separación parcial de un pétalo, luego otros hasta que las flores abren completamente para que ocurra la polinización.

2.3. Factores que promueven la floración en cítricos

2.3.1. Factores exógenos

2.3.1.1. Temperatura:

Lorzundi (2012), indica que en las zonas subtropicales la inducción de la floración en los cítricos está asociada a un período de bajas temperaturas (8- 15°C), factor que se puede relacionar como una condición parcial de estrés debido a que la floración es favorecida al detener el crecimiento del sistema radical por efecto de las bajas temperaturas limitándose indirectamente el nivel endógeno de giberelinas en la copa. Sin embargo, no sólo los niveles de hormonas presentan efectos. La respuesta de los cítricos a bajas temperaturas (15-18°C por ocho horas en el día y 10 a 13°C en 16 horas por noche) genera cambios químicos en compuestos nitrogenados y almidón en los árboles, estos cambios influyen positivamente en la inducción floral.

2.3.1.2. Estrés hídrico

Díaz (2002), indica que la falta de humedad en el suelo es el factor que promueve floración ya que se produce cambios en el contenido de nitrógeno amoniacal en las hojas, el cual aumenta en comparación con el encontrado en árboles con riego.

Se ha demostrado, que someter a los cítricos a la ausencia de humedad por 30 a 45 días se promueve floración a los 10 días posteriores al primer riego (Borroto *et al.*, 1986).

Davenport (1990), afirma que en condiciones tropicales uno de los factores inductores de la floración es el estrés hídrico; este regula la época, la intensidad, la duración y distribución de la floración.

Albrigo (2006), indica que el frío y el estrés hídrico son los factores inductivos primarios, siendo el frío el factor principal en climas subtropicales y el estrés hídrico en los climas tropicales. En el campo suelen necesitarse períodos de sequía superiores a 30 días para inducir un número importante de yemas florales. El grado de inducción es proporcional a la severidad y la duración del estrés hídrico.

2.3.1.3 Polinización

La función biológica de la flor consiste en albergar los procesos de reproducción sexual que las plantas desarrollan para perpetuar la especie. Durante la polinización, el grano de polen es transportado hasta el estigma, donde germina, emite el tubo polínico que desciende por el estilo, penetra en el ovario y llega hasta el óvulo al que fecunda. Tras la fecundación, la flor se convierte en fruto, que se encarga de proteger y facilitar la diseminación de la semilla formada hasta la germinación de una nueva planta. Existen varios agentes capaces de transportar el polen de unas flores a otras, pero el tipo de polinización depende, en gran medida, de las características físicas del polen. En el caso de los cítricos el polen es pesado, viscoso y adherente, característico de la polinización a través de insectos o entomófila. Las abejas (*Apis mellifera*) son el principal agente polinizador de estas especies, representando más del 90 % de los vectores polinizadores (Ben-Cheikh *et al.*, 1997).

La polinización, es la germinación del grano de polen o el desarrollo inicial del tubo polínico, sin que en ningún caso se alcance la fecundación, constituyen en ocasiones estímulos suficientes para que se inicie el desarrollo del ovario sin semillas. En estos casos la partenocarpia se define como estimulada, pero la aplicación de técnicas específicas de cuajado (tratamientos con ácido giberélico o rayado de ramas) es imprescindible para obtener cosechas económicamente rentables. El desarrollo del ovario sin ningún estímulo externo se define como partenocarpia autónoma, como ocurre en la mandarina Satsuma (Agustí *et al.*, 2003).

2.3.1.4 Fecundación

El endospermo resulta vital para el desarrollo del embrión una vez la semilla ha madurado e inicia la germinación, acumula almidón durante el crecimiento, propiciado por el efecto sumidero que confiere el embrión a través de la síntesis de giberelinas. De ello se aprovechan el resto de los tejidos del fruto para acumular carbohidratos, reclamar agua y, así, crecer (Agustí *et al.*, 2003).

Una vez producida la fecundación, el ovario deja de ser propiamente ovario para convertirse en fruto. La transición de ovario a fruto en desarrollo recibe el nombre de cuajado. El proceso está basado en la división celular y exige una gran cantidad de energía. Es mediante la síntesis hormonal que el fruto en desarrollo reclama dicha energía en forma de carbohidratos. En las variedades con semillas la síntesis de giberelinas que tiene lugar en los óvulos fertilizados es el estímulo que controla el desarrollo inicial del fruto (Talón *et al.*, 1990), de modo que su eliminación o la emasculación, que evita su formación, detienen el desarrollo del fruto y provocan su abscisión. Pero en estos casos, la aplicación de ácido giberélico restituye el crecimiento (Agustí, 2000). Además, la utilización de un inhibidor de la síntesis de giberelinas, el paclobutrazol, provoca la abscisión de los frutos (Ben-Cheikh *et al.*, 1997). Estas evidencias sugieren que las giberelinas endógenas son las principales responsables del cuajado del fruto en los cítricos.

Pero no se puede atribuir exclusivamente a las semillas la regulación del desarrollo del ovario (Agustí, 2000). En efecto, la mayor parte de las variedades cultivadas para consumo en fresco no poseen semillas y son, por tanto, capaces de desarrollar frutos sin el estímulo de éstas.

2.3.2. Factores endógenos

2.3.2.1. Carbohidratos

Díaz (2002), menciona que los carbohidratos se producen en las hojas como resultado de la fotosíntesis, siendo la fuente de energía para la formación de ramas, frutos y sitios de demanda. La diferenciación floral en los cítricos y el amarre de fruto se han relacionado directamente con altas concentraciones de carbohidratos presentes en la planta, encontrando correlación positiva entre el número de brotes florales y el nivel de carbohidratos en hojas de naranjo.

2.3.2.2. El Etileno

Lerzundi (2012), menciona que cuando inicia la floración, el nivel de etileno en la planta se incrementa. El etileno controla el transporte de las auxinas, reduciendo su movimiento de arriba hacia abajo. De esta manera se asegura suficiente cantidad de esta hormona del crecimiento para las flores durante la etapa de la floración. La fuerza del poder para fecundar al óvulo y la capacidad del óvulo para aceptar al polen para una buena fertilización depende de la cantidad de auxinas que contiene la flor.

2.3.2.3. Las Giberelinas (AG)

Ariza, *et al.*, (2004), indican que tanto el crecimiento vegetativo como los frutos adheridos al árbol inhiben el proceso de diferenciación floral y fructificación de los cítricos, por un exceso de giberelinas.

Las giberelinas (AG) son activos promotores de la división celular y su presencia se asocia, por tanto, con el crecimiento. El AG se sintetiza mayoritariamente en las semillas y éstas tienden a incrementar sus niveles conforme crece el fruto. También indica que el efecto inhibitor del ácido giberélico sobre la floración y el papel central del fruto sobre el control de ésta, hizo posible desarrollar la idea de que son las giberelinas endógenas, producidas en este caso por el fruto, el factor de control de la floración (Agustí, 2003).

2.3.2.4. Carga de frutos

Díaz (2002), indica que la presencia excesiva de frutos en los árboles tienen efecto negativo en la inducción floral debido a la competencia de metabolitos.

La presencia de fruta en el árbol modifica sensiblemente la floración. El número de frutos de la cosecha precedente afecta la brotación y consecuentemente la floración, de tal manera que existe un gradiente de brotación que disminuye con la productividad y cuanto mayor es ésta, menor es el porcentaje de estructuras florales sin hojas que se forman (Agustí, 2003).

2.4. Procesos fisiológicos de desarrollo vegetativo, floración y cuajado

2.4.1. Desarrollo vegetativo

El desarrollo vegetativo de los árboles de cítricos se caracteriza por dos brotaciones vegetativas (crecimiento periódico de brotes y ramas) bien marcadas y otras de menor magnitud, las cuales se manifiestan en tipo e intensidad, según las características de cada localidad. En naranjos ‘Valencia’, se determinó que la primera brotación comienza cuando la temperatura media del aire está por encima de 20 °C y la fase masiva cuando es superior a 22 °C (RIAC, 2006).

Dentro de las variables que caracterizan al desarrollo vegetativo, el Índice de Área Foliar (*LAI*) se ha convertido en la principal variable biofísica utilizada para modelar procesos vegetales (Velazco *et al.*, 2010) y se define como el área de una cara (el haz) de tejido fotosintético por unidad de superficie horizontal de suelo y representa el tamaño de la interfase planta-atmósfera, describiendo el microclima de una planta (Jonckheere *et al.*, 2004).

El *LAI* en cítricos, es un buen indicador del crecimiento vegetativo (Pozo, 2007) y de la actividad fotosintética (RIAC, 2006) y puede variar entre localidades por los efectos del clima.

2.4.2. Formación y desarrollo de órganos florales

El proceso general de la floración se caracteriza por tres momentos: inducción de la yema floral, diferenciación de la yema floral y antesis o apertura floral (Agustí, 2003) y son el resultado de interacciones complejas entre genoma, hormonas, sistema de membranas, moléculas transportadoras, sitios receptores, enzimas, promotores e inhibidores y condiciones ambientales (Albrigo, 2004; Medina *et al.*, 2005).

2.4.3. Niveles de carbohidratos y su relación con el cuajado

Durante la caída fisiológica de frutos pequeños, el número de éstos que cuajan está directamente relacionado con su tasa de crecimiento (Rivas *et al.*, 2010). A su vez el ritmo de crecimiento es regulado por el aporte nutricional hacia el fruto, el cual depende de la movilización de reservas, del aporte de las hojas a través de la fotosíntesis, del transporte y demanda de los frutos y de la utilización de carbohidratos por los frutos a través de los procesos enzimáticos (Iglesias *et al.*, 2003).

Existe una dependencia energética del proceso de floración y cuajado respecto al contenido de carbohidratos. En este sentido, se ha demostrado que la defoliación total o parcial reduce el número de frutos, las inflorescencias con hojas presentan mayor cuajado que las inflorescencias áfilas y la existencia de una relación inversa entre el nivel de floración y el cuajado (Rivas *et al.*, 2010).

Igualmente, las condiciones ambientales desfavorables y la escasez de carbohidratos, reprimen las señales hormonales de crecimiento y estimulan la síntesis de compuestos reguladores de la abscisión, como el ABA y el etileno (Talón *et al.*, 2002).

Luego de la activación del crecimiento inicial del fruto por el AG, es el aporte de carbono el que limita su desarrollo, por lo que aquellos frutos en vías de desarrollo que no alcanzan cierto nivel de fotoasimilados entran en la vía metabólica que conduce a la abscisión (Talón *et al.*; 2002). Lo anterior, demuestra que el cuajado está relacionado con la disponibilidad de azúcares para los frutos en desarrollo (Pereira *et al.*, 2011).

2.5. Abscisión

La abscisión es un proceso selectivo que es afectado por las características de las flores / frutos. Los frutos pequeños que presentan una menor velocidad de crecimiento son los de mayor probabilidad de caer del árbol (Agustí *et al.*, 2003), aunque esta relación entre vigor y abscisión no es estricta, con frecuencia frutos de elevado vigor presentan una reducción brusca en su velocidad de crecimiento, que precede a su abscisión (Jiménez, 2009).

Los cítricos son plantas que producen un número de flores muy superior al de frutos que son capaces de mantener hasta su madurez. El periodo de cuajado del fruto está marcado, inicialmente, por el balance hormonal y, posteriormente, por un fenómeno de competencia por los fotoasimilados que implica el desprendimiento de un número variable de flores y de ovarios en crecimiento. Este fenómeno de competencia se da en todas las especies frutales y es responsable de la relación inversa característica entre el número de inflorescencias o frutos por árbol y el tamaño final de los mismos (Iglesias *et al.*, 2003).

En árboles de *Citrus*, se distinguen dos ondas de abscisión sucesivas que afectan la floración y el desarrollo de los frutos, aunque en algunos casos la abscisión se presenta como un proceso continuo que alcanza un valor máximo entre 6 y 8 semanas después de la floración y se completa

alrededor de 12 semanas después de su inicio (Rebolledo, 2017). La primera onda induce masivamente la abscisión de flores y ovarios, mientras que la segunda, reduce el número de frutos que ya presentan un crecimiento significativo, durante la caída de junio (Pérez, 2009).

La abscisión es el resultado de una compleja combinación entre factores nutricionales y señales hormonales (Talón *et al.*, 2003). Los factores nutricionales actúan como factores limitantes que afectan al crecimiento provocando su abscisión, mientras que el componente hormonal actúa como regulador de los procesos involucrados en la abscisión (Gómez, 2000).

Trabajos realizados por Iglesias *et al.* (2003), con anillado en mandarina Satsuma, plantean la existencia de una correlación entre el contenido en carbohidratos, la producción de etileno y la abscisión del fruto por la base del pedicelo. Estos autores sugieren que las condiciones que determinan niveles altos de azúcares (anillado de ramas) incrementan el contenido en carbohidratos, disminuyen la producción de etileno y la tasa de abscisión, y que una condición opuesta (anillado del pedicelo) reduce la disponibilidad de carbohidratos e incrementa el etileno y la abscisión. Aunque no encontraron evidencias claras del papel regulador del etileno, sugieren que el contenido en carbohidratos y el etileno liberado son dos componentes principales de los procesos de abscisión por esta zona.

La abscisión posterior del fruto es principalmente determinada por factores nutricionales tales como foto asimilados (Iglesias *et al.*, 2003). En este período, la tasa de acumulación de materia seca del fruto excede la capacidad fotosintética de las hojas de la inflorescencia (Martínez, 2010).

En efecto, se establece una competencia por los carbohidratos disponibles en el resto de la planta, con un consiguiente agotamiento de las reservas. El nivel de sacarosa en las hojas cae a valores bajos, demostrando una limitación en el suministro de carbohidratos. La disminución en la abscisión de frutos durante este período, cuando la disponibilidad de carbohidratos fue incrementada por un aumento en la fotosíntesis o por anillado, refuerza la hipótesis de que la abscisión está relacionada con la competencia entre frutos por carbohidratos (Ruiz, 2001).

La abscisión en relación con el déficit de carbohidratos que se presenta por la competencia entre sumideros (fruto-fruto), ha sido explicada por Gómez (2000); refiriéndose a un incremento en los niveles de ABA, y a una mayor liberación de etileno.

2.6. Cuajado

El cuajado se define como la fase del desarrollo que marca la transición de una flor (ovario) a un fruto que se desarrollará hasta la madurez. En *Citrus*, la tasa final de cuajado solo puede ser determinada después que la abscisión se ha detenido, 10 a 12 semanas después de antesis. En este sentido, Agustí; *et al.*, (2003) diferencian entre cuajado inicial, como el porcentaje de ovarios que reanudan el crecimiento después de la antesis, y cuajado final, medido como porcentaje del número de flores que forman finalmente un fruto.

La fructificación o cuajado es un estado de crecimiento que marca el tránsito de la flor (ovario) a un fruto joven en desarrollo. Es el resultado final de una serie de estímulos inducidos por hormonas promotoras, fundamentalmente AG e inhibidoras como el ABA (Iglesias y Talón, 2008).

Entre los principales factores que determinan el cuajado de los frutos están el nivel de floración, tipo de inflorescencia, posición de la flor, época de antesis, presencia de semillas, esterilidad, autoincompatibilidad, grado de partenocarpia, disponibilidad de nutrientes, agua, temperaturas máximas y niveles hormonales. Otros autores, agrupan los factores en exógenos (climáticos y culturales) y endógenos (genéticos, nutricionales y hormonales), algunos de los cuales son, todavía, poco conocidos (Almenares, 2013).

Los frutos cítricos se consideran cuajados cuando se han desarrollado hasta el punto que pueden mantenerse en el árbol sin desprenderse. El cuajado es uno de los factores críticos, que junto con el número de flores y el tamaño del fruto determina la producción en cítricos (Rivas, 2007).

Cuando el nivel de floración es alto, aumenta la competencia por los metabolitos y la planta no es capaz de sustentar todas las estructuras reproductivas en crecimiento. En consecuencia, se desencadenan procesos de abscisión que adaptan la capacidad de la planta para nutrir al número de frutos que han iniciado su desarrollo (Talón *et al.*, 2002).

La transición del ovario a un fruto en desarrollo con capacidad potencial para convertirse en un fruto maduro es regulada por hormonas, específicamente por giberelinas (Guardiola, 2000). La deficiencia de giberelinas durante este periodo resulta en una caída masiva de ovarios, bajo cuajado de fruto y en una reducción de la cosecha (Talón *et al.*, 2002).

En los cultivares con semilla, el cuajado depende de la polinización y la fecundación. Buena parte de los cultivares de cítricos son partenocárpicos y, por tanto, capaces de producir frutos sin semillas. Ejemplos notables de este comportamiento son las naranjas del tipo Navel, Salustiana, las mandarinas del grupo Satsuma, diversas selecciones de clementinas y la lima Tahití (Guardiola, 2000).

El aporte hormonal para el cuajado del fruto en variedades partenocárpicas está referido al contenido hormonal de las paredes del ovario. En algunos cultivares de mandarina Clementina y algunos híbridos, el cuajado de frutos partenocárpicos puede ser incrementado con la aplicación de giberelinas exógenas, lo que sugiere una deficiencia en los niveles endógenos de esta hormona (Guardiola, 2003).

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 se obtuvo un aumento en la cosecha final (Agustí, 2010).

Las variedades con semillas cuajan con más facilidad que las que no tienen semillas. Sin embargo, en la mayor parte de las variedades de cítricos el número de flores formado es suficiente para obtener una cosecha máxima. El número de flores producido por la planta llega a estar inversamente relacionado con el porcentaje de frutos finalmente cuajados (Orduz, 2007).

2.7. Control hormonal de la floración y el cuajado

En los cítricos, la floración, el cuajado y el crecimiento del fruto, están influenciados por las fitohormonas. En el caso de las AG, podrían controlar la floración mediante la inhibición de la inducción floral según González (1990). En este sentido, se ha informado una relación negativa entre los niveles endógenos de AG y el número de flores por brote (Otero *et al.*, 2010). Otra evidencia, del efecto inhibitorio de las AG sobre la floración, lo constituye el hecho que aplicaciones exógenas de AG3 durante el período de inducción floral, redujeron significativamente la floración (Maia *et al.*, 2010).

El proceso de abscisión contrario al cuajado, está regulado por fitohormonas, que pueden actuar de manera diferenciada; como inhibidores de la abscisión (auxinas, AG y citoquininas) o estimulantes como el ABA y el etileno (Prins *et al.*, 2010).

En el caso de las auxinas, presentan niveles elevados durante el período de antesis y parecen estimular el alargamiento celular del fruto iniciando la fase rápida del crecimiento (Agustí, 2010). La caída de los botones jóvenes y maduros puede estar asociada al desarrollo de interacciones auxinas-etileno, favorable a éste último y que controla la hidrólisis enzimática. En este sentido, las relaciones hormonales y enzimáticas en las flores son probablemente similares a la de frutos pequeños (Iglesias *et al.*, 2007).

Se reconoce al ABA como inhibidor del desarrollo y activador de la abscisión (Agustí *et al.*, 2003), este aumenta su concentración en los ovarios durante la caída de los pétalos y en el momento de transición de la Fases I a la Fase II de crecimiento del fruto, por lo que mantiene una relación antagónica con las AG durante el cuajado (Agustí, 2010).

2.7.1 Efectos de las AG sobre el cuajado

Las giberelinas (AG), son compuestos orgánicos naturales que actúan como reguladores endógenos del crecimiento y desarrollo en los vegetales superiores (Iglesias y Talón, 2008).

En las variedades de cítricos con semillas y partenocárpicas, se ha comprobado que las AG son responsables del cuajado de los frutos, donde su papel está relacionado con la capacidad sumidero que le confieren al ovario para que reclame metabolitos, sobre todo carbohidratos (Agustí *et al.*, 2003).

Durante la antesis, ocurre un incremento de la concentración de AG en las estructuras reproductivas y luego comienza a disminuir. El aumento de la concentración de AG1 durante e inmediatamente posterior a la antesis parece actuar como estímulo del proceso de cuajado (Talón *et al.*, 2002)

2.7.2 Efectos del clima sobre el desarrollo vegetativo, la floración y el cuajado

En climas subtropicales, las bajas temperaturas de invierno inducen reposo y cuando se elevan en primavera ocurren brotaciones uniformes (Agustí, 2003). Mientras que en climas tropicales, el crecimiento del árbol comienza cuando las lluvias efectivas proporcionan suficiente humedad al suelo (Albrigo, 2006).

La floración en cítricos, es inducida por las temperaturas frías y el estrés (Albrigo, 2004). Estos factores traen como consecuencia el cese del desarrollo radicular, lo que restringe el aporte de

GAs a la copa, este puede ser el mecanismo a través del cual los factores mencionados provocan la floración (Agustí, 2003).

Para la inducción de yemas florales, son ideales aproximadamente entre 800-900 horas por debajo de 19 °C o 60-70 días de estrés hídrico (Agustí, 2003 y Albrigo, 2009); aunque los efectos varían según la zona climática (Albrigo, 2009).

En climas subtropicales y mediterráneos, las temperaturas frías de invierno estimulan la inducción de la floración (Guardiola, 2003) y las temperaturas cálidas de primavera inician el crecimiento y la floración (Albrigo, 2006), que ocurre entre 90-120 días después del comienzo de la diferenciación de las yemas.

En climas tropicales, el estrés hídrico es el factor más importante en la inducción floral (Orduz y Fisher, 2007). En este sentido, Medina *et al.* (2005) y Albrigo (2009), informan que se requieren períodos superiores a los 30 días de estrés hídrico para inducir una floración significativa que ocurre unos 25-30 días después de que las lluvias o el riego brindan una humedad al suelo suficiente para el crecimiento del árbol, aunque en regiones cercanas a la línea ecuatorial, la floración ocurre 15 días posteriores al re humedecimiento del suelo (Orduz y Fisher, 2007).

2.8. Manejo de la floración y el cuajado.

En cítricos, los mecanismos de regulación interna del árbol en interacción con los factores ambientales, generalmente bastan para ajustar la producción y los árboles florecen y fructifican adecuadamente. Cuando esto no ocurre, la floración puede ser regulada para incrementar la producción (Agustí, 2003).

2.8.1. Raleo de frutos

El problema de la producción alternada es común en muchos frutales, resultando en un exceso de frutos pequeños unos años y lo contrario en otros, lo cual generalmente no es deseable desde ningún punto de vista. Una de las soluciones estudiadas es el raleo manual, pero en muchos lugares resulta demasiado costoso (Almenares, 2013).

Agustí (2003), afirma que probablemente la mejor forma de controlar la floración y reducir la alternancia de cosecha es a través del raleo de frutos, que presenta mayor efectividad mientras más temprano se realice, en los primeros estados de desarrollo. También indica que, la

disminución del número de frutos en los años de alta producción, puede disminuir la alternancia productiva. El raleo puede realizarse en forma manual, con un alto costo en mano de obra o en forma química. Existen numerosos reportes sobre el uso de raleadores químicos, principalmente de naturaleza hormonal en la producción de cítricos. La eficacia de estos productos es dependiente del momento de aplicación del tipo de regulador utilizado y de la concentración empleada. La mayoría de las sustancias con acción raleadoras disponibles actualmente son de naturaleza auxínica o liberadores de etileno.

2.8.2 Anillado y rallado

Davies y Albrigo (1994), mencionan que el anillado o teoría de los carbohidratos se basa en el hecho de que la ralladura de las ramas o del tronco, aumentan la inducción de la floración, la fructificación y los niveles de almidón. Esto probablemente sucede porque la ralladura inhibe el transporte por el floema de los carbohidratos a las raíces. Las raíces son también una fuente de carbohidratos y, por tanto, una vez más puede que la correlación entre contenido de carbohidratos y floración no sea casual.

El efecto estimulador del rayado sobre la floración en los agrios se ha puesto de manifiesto en diversos trabajos. Los resultados se pueden resumir en una anticipación o aceleración de la diferenciación floral, así como en un incremento en la brotación y en el número de yemas florales. Estos efectos, sin embargo, son contrarrestados por la presencia del fruto que reduce, y en ocasiones anula, la intensidad de la respuesta. La eficacia depende de la época de rayado, y cuando se efectúa a finales de julio o principios de agosto en México, incrementa significativamente el número total de flores (Agustí, 2003).

Amaros (2003), menciona que en el rayado o incisión anular se trata de realizar un corte en ramas de diámetro superior a 2.5- 3 cm a nivel de la corteza y floema sin eliminar tejidos, con una herramienta adecuada. La acción final es interrumpir temporalmente el paso de savia elaborada hormonas hacia el sistema radicular, ello conlleva un aumento de cuajado de frutos.

Agustí (2003), señala que la diferencia en la anchura del anillado no afecta los resultados obtenidos, solamente el tiempo de cicatrización, y se obtienen los mismos resultados con un simple corte de 1 mm o uno de 10 mm de ancho. También observó que el rayado aumenta la floración, pero la respuesta depende fuertemente de la época del año.

2.9. Aplicación de reguladores de crecimiento.

2.9.1. Floración

Los reguladores del crecimiento más relacionados con la floración en cítricos se dividen en promotores e inhibidores. Dentro de los primeros están los productos generadores de etileno como el ácido 2-cloroetil fosfónico (CEPA, Ethephon o Ethrel, Flordimex) según González (1990); Almaguer y Espinoza (1993) y el Paclobutrazol (PBZ), que interfiere la síntesis de GA₃, inhibe la elongación celular, retarda el crecimiento de los árboles y provoca aumento de la floración (Chouza y Gravina, 2010). Mientras que entre los inhibidores están las giberelinas (Gas) (Talón, 2004; Gravina, 2014; Agustí, 2010)

Aplicaciones al suelo de PBZ (5 y 10 gr/l) durante la inducción floral, incrementaron la floración en lima 'Persa' debido a la reducción de los niveles de GAs (Borroto et al., 1986), mientras que en toronjos 'Marsh' dosis de 2,5 g planta⁻¹ incrementó entre 100 %-150 % la floración y el rendimiento 100 %-300 % (Delgado et al., 1989).

Por otra parte, para inhibir floraciones se han utilizado aspersiones de GA₃ durante el reposo vegetativo, cuando está ocurriendo la inducción floral, inhiben y reducen el número de yemas en la floración siguiente (Martínez-Fuentes, 2010).

En las condiciones de México, aplicaciones de GA₃ a 25 mg.L⁻¹ en naranjos 'Valencia', redujeron el período de floración normal, retardaron la aparición de brotes florales en 16-18 días e inhibieron la formación del 72,5 % de los botones (Curti, 1989). Existen otros reguladores del crecimiento, que tienen un efecto similar al GA₃ sobre la inhibición de la floración, como es la auxina sintética ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) a 10 mg.L⁻¹ -25 mg.L⁻¹, la que es capaz de reducir la floración hasta un 30 %, según Agustí (2003).

En sentido general, según la literatura consultada, el momento de aplicaciones efectivas para estimular o inhibir la floración, es durante el período de inducción floral, que se extiende en el hemisferio Norte desde noviembre hasta enero en naranjas, toronjas, limas y limones y desde noviembre hasta marzo en mandarina (Almenares, 2013).

2.9.2. Cuajado

Dentro de los reguladores de crecimiento, los tratamientos exógenos de AG3 son eficientes para mejorar el cuajado de frutos cuando se aplica sólo (Pereira *et al.*, 2011) o combinado con 2,4-D, en naranjos ‘Hamlin’.

Sin embargo, las aplicaciones de AG3, no son efectivas en cultivares con baja capacidad de partenocarpia (Gravina, 2014). Más recientemente, Quiñones *et al.*, (2009) han informado resultados positivos en la inducción del cuajado con el producto *Maxifrut*® (compuesto natural precursor de la síntesis de AIA, citoquininas y nucleótidos cíclicos), como alternativa al AG3.

El efecto positivo del AG3 sobre el cuajado también puede explicarse por una estimulación de la formación de hojas nuevas y aumento del área foliar, según Shani *et al.*, (2006), en consecuencia se incrementa la síntesis de fotoasimilados y el crecimiento de las ramas.

En Cuba (región de Ciego de Ávila), la combinación de la fitohormona CEPA (500 mg.L⁻¹) con anillado simple o repetido al tronco, en el pico de la floración aumentó el cuajado y el rendimiento en tangor ‘Ortanique’, mientras que en lima ‘Persa’ el cuajado se incrementó con anillado simple y AG3 a dosis de 10 mg.L⁻¹ y 20 mg.L⁻¹(Almenares, 2013).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en el Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba (CBFT-Z) perteneciente a la Universidad Nacional de Loja, el cual se encuentra ubicado en la parroquia Casanga (valle de Casanga) perteneciente al cantón Paltas, provincia de Loja. El CBFTZ limita al norte con el barrio Guaypira, al sur con el barrio Zapotepamba, al este con el barrio El Almendral y oeste con el barrio Sabanilla (Figura 1).

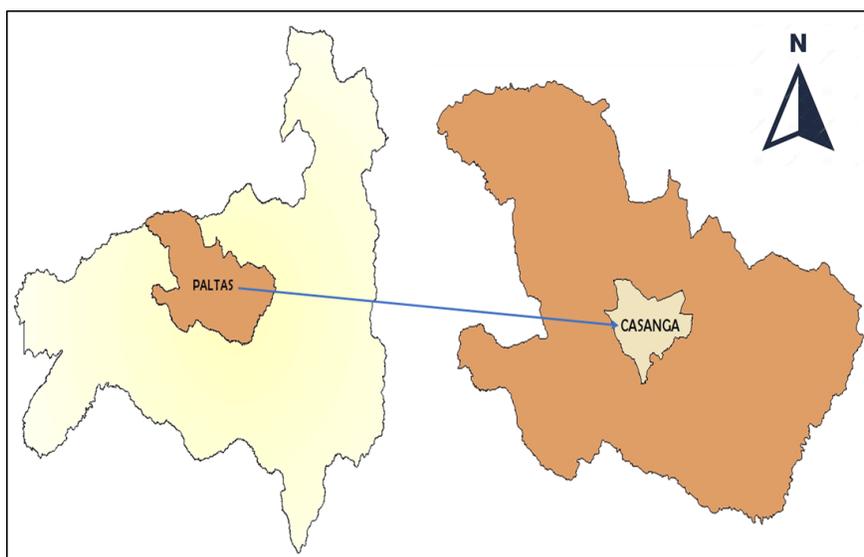


Figura 1. Mapa de Ubicación del Centro Binacional Zapotepamba.

3.2. Condiciones agroclimáticas

El Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba está ubicado en las coordenadas 04° 01' 01" de latitud sur y 79° 46' 27" longitud oeste, con una altitud de 900 msnm. Posee una temperatura promedio anual de 24 °C y una precipitación media anual de 660 mm/año, encontrándose un régimen pluviométrico definido con un déficit de lluvia (mayo a diciembre); y, precipitaciones concentradas (Enero, Febrero, Marzo, Abril). La zona de vida en el CBFT-Z según Holdridge 1967 se clasifica como Bs-T (Bosque seco - Tropical).

3.3. Cultivo de naranja donde se desarrolló el ensayo

El estudio se realizó sobre árboles de naranja variedad valencia de 12 años de edad en etapa reproductiva, plantados a una distancia lineal de 4 m.

3.4. Descripción del experimento

La unidad experimental constó de un árbol de naranja variedad Valencia y cada tratamiento con 4 repeticiones, dando un total de 24 plantas muestreadas. En cada planta de naranja se seleccionaron 4 ramas experimentales, distribuidas en los cuatro puntos cardinales, cada una fue etiquetada y codificada. Se eligió cada rama con características similares de vigor, buen follaje, diámetro y longitud.

Al inicio del proceso se efectuó la eliminación manual de flores y frutos existentes en las plantas de naranja, para evitar la interacción de éstos en el efecto de inducción floral; de esa forma se favoreció la uniformidad de las plantas al momento de evaluar el efecto de los tratamientos.

3.5. Metodología para determinar el efecto del anillado en la floración, cuajado y crecimiento de frutos en plantas de naranja

Previo a la aplicación de tratamientos se realizaron actividades como la eliminación de malezas más predominantes y la fertilización a cada unidad experimental de todos los tratamientos con Blaukorn classic (N: 12%; P: 8%; K: 16%; Mg: 3%; S: 25%; B: 0,02%; Fe: 0,06% y Zn: 0,010%) aplicando 450 gr a cada unidad experimental utilizando una lampa, machete y azadón.

Se efectuó el anillado en las ramas seleccionadas, con ayuda de una navaja realizando un corte de la corteza de 1 mm de espesor sin afectar los vasos xilemáticos y se colocó Caldo Bordelés en cada incisión para evitar el ataque de plagas y enfermedades.

Las observaciones se realizaron a partir del inicio de la aplicación de tratamientos y se realizó la recolección de datos que se detalla a continuación:

- El inicio de la floración se estableció cuando se observó la aparición de las primeras inflorescencias en la rama experimental.
- Se contaron las flores a partir del inicio de la floración y se fue acumulando para obtener al final el número total de flores por rama. El conteo de flores se efectuó en el momento de la antesis (plena floración).
- Se realizó el conteo de frutos pequeños en proceso de desarrollo, a partir del final de la floración o antesis, y se fue acumulando para obtener al final el número total de frutos del cuajado inicial por rama.

- Se estableció el conteo de frutos que alcanzaron su mayor desarrollo (cuajado final), a partir del inicio de desarrollo del ovario (cuajado inicial) y se fue acumulando para obtener al final el número total de frutos del cuajado final por rama.
- La medición de los frutos de naranja en su diámetro polar y ecuatorial de cada muestra según tratamientos, se efectuó en 20 frutos por planta previamente seleccionados. Para la medición se utilizó la herramienta metálica de calibración "Vernier".
- Se obtuvo el número de frutos caídos durante el cuajado inicial hasta el cuajado final, acumulando el número total frutos caídos por rama.

3.6. Metodología para evaluar el efecto de fitohormonas en la floración, cuajado y crecimiento de frutos en plantas de naranja

Antes de la floración se realizó la aplicación de Maxi Grow en dosis de 60 ml /20 L en las ramas seleccionadas, utilizando un aspersor de mochila de 20 litros de capacidad.

Para la recolección de datos se empleó el mismo procedimiento mencionado en el primer objetivo.

3.7. Metodología para determinar el efecto combinado del anillado y la aplicación de fitohormonas en la floración, cuajado y crecimiento de frutos en plantas de naranja

Se efectuó el anillado combinado con la aplicación de Maxi Grow (60 ml/20 L), en cada una de las ramas previamente seleccionadas.

Se realizó el anillado para estimular la floración combinado con la aplicación de Ácido Giberélico (New Gibb-10 %) en plena floración en dosis de 0.15gr/l, aplicando a las ramas seleccionadas con ayuda de un aspersor de mochila; finalmente se efectuó el anillado combinado con la aplicación de Maxi Grow (60 ml/20 L) antes de la floración y Ácido Giberélico (New Gibbered-10 %) en plena floración en dosis de 0,15gr/l. Para la obtención de datos se continuó con el procedimiento mencionado anteriormente.

3.8. Identificación de tratamientos

Tabla 1. Descripción de tratamientos.

Tratamientos	Descripción
T0	Testigo
T1	Anillado
T2	Maxi Grow (3ml/l)
T3	Anillado + Maxi Grow (3 ml/l)
T4	Anillado + New Gibb-10 % (0,15 gr/l)
T5	Anillado + Maxi Grow (3ml/l) + New Gibb-10 % (0,15 gr/l)

3.9. Composición química del complejo hormonal Maxi-Grow

Tabla 2. Composición del Maxi-Grow en gr/l

Combinación de extractos orgánicos	112.50	Calcio (Ca)	2.00
Auxinas	0.09	Magnesio (Mg)	4.00
Giberelinas	0.10	Hierro (Fe)	17.20
Citoquininas	1.50	Zinc (Zn)	26.50
Nitrógeno (N)	6.60	Manganeso (Mn)	13.30
Fósforo (P ₂ O ₅)	13.30	Cobre (Cu)	13.30
Potasio (K ₂ O)	13.30	Inertes y acondicionadores	776.31

3.10. Muestreo

En el estudio se aplicó un diseño experimental completamente al azar de muestreo dirigido, se seleccionó una población total de 24 plantas de naranja de 12 años de edad, que se encontraron en la misma etapa fenológica. La recolección de datos fue cada 8 días en cada uno de los tratamientos por un periodo de 4 meses. Para el análisis estadístico se empleó el software estadístico Infostat versión 2018 y se realizó un análisis de varianza (ANOVA), además de la prueba de Tukey para comparación de medias.

4. RESULTADOS

4.1. Número de días al inicio de la floración

Durante todo el período de evaluación se presentaron botones verdes o yemas florales como fase del inicio de la floración, siendo el momento de mayor emisión a los 49 días después de aplicar el tratamiento (DDAT) para todos los tratamientos (Figura 2). En este contexto, el tratamiento T5 (Anillado+Maxi-Grow+A. Giberélico) y el T3 (Anillado+Maxi-Grow) a los 21 DDT alcanzaron valores máximos 38,25 y 29 yemas florales/planta respectivamente; el T1 (testigo) fue el que presentó los valores menores.

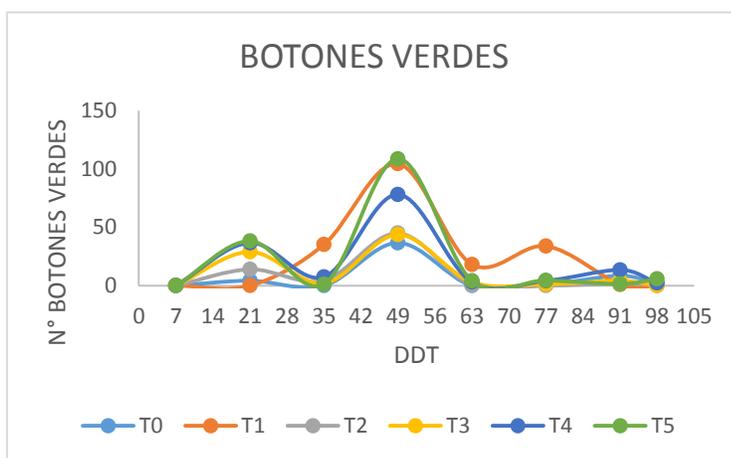


Figura 2. Días al inicio de la floración

Con el análisis de varianza de acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % se evidenció diferencias significativas a los 35 DDAT (Tabla 1); entre el T1 (Anillado) con respecto al T3, T5 y T0; el anillado tuvo efecto en la aceleración de la diferenciación floral; en relación con los demás tratamientos.

Tabla 3. Análisis de varianza para número de días al inicio de la floración a los 35 DDAT

Tratamiento	Medias	D.E	N	Significancia
T1	8,81	19,10	16	a
T4	1,88	4.03	16	ab
T2	1,13	2.47	16	ab
T3	0,50	1,55	16	b
T5	0,31	0,31	16	b
T0	0,00	0,00	16	b
Error Experimental	2,02			

Promedios con letras diferentes en el sentido de las columnas indican diferencias estadísticas significativas, $\alpha \leq 0,05$; Tukey = 8,30.

4.2. Número de flores

En el período de evaluación a los 70 DDAT se observó el pico de plena floración o antesis para todos los tratamientos (Figura 3), en el caso del T1 y el T4 (Anillado+Acido Giberélico) alcanzaron valores máximos de 121,5 y 60,75 flores/planta respectivamente, el T0 fue el que presentó los valores menores.

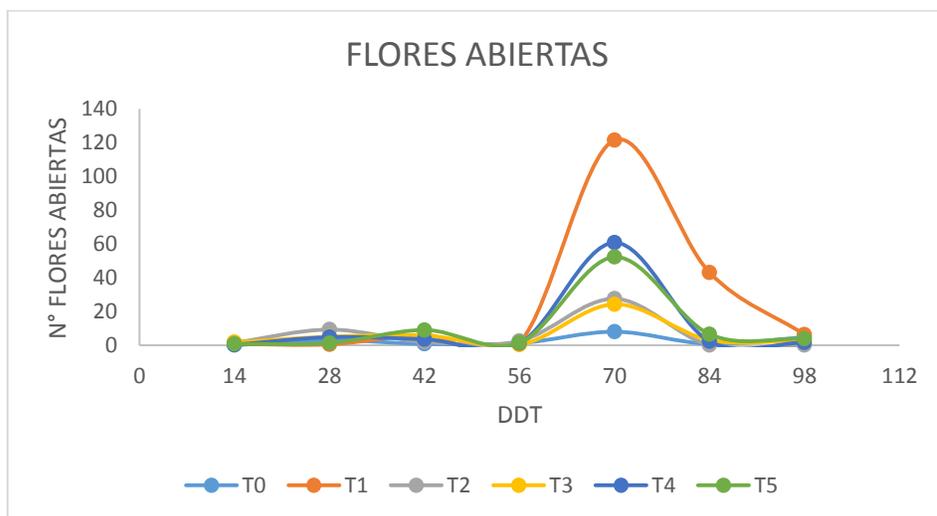


Figura 3. Número de flores

De acuerdo al análisis de varianza según la prueba de Tukey al 5 % existieron diferencias significativas a los 70 DDAT entre el T1 y el T0, es decir, el anillado resultó con mayor número de flores con una media de 30,39 flores/rama, superior al resto de tratamientos (Tabla 2).

Tabla 4. Análisis de varianza para número de flores a los 70 DDAT

Tratamiento	Medias	D.E	n	Significancia
T1	30,39	54,60	16	a
T4	15,19	27,63	16	ab
T5	13,06	23,38	16	ab
T2	6,88	9,28	16	ab
T3	6,06	9,65	16	ab
T0	2,00	2,42	16	b
Error Experimental	6,83			

Promedios con letras diferentes en el sentido de las columnas indican diferencias estadísticas significativas, $\alpha \leq 0,05$; Tukey= 28,11

4.3. Número de frutos al cuajado inicial

El mayor número de frutos al cuajado inicial se observó a los 84 DDAT para todos los tratamientos, alcanzando el mayor número de frutos el T1 de 253,75 frutos/planta y el menor número el T0 de 77,25 frutos/planta (Figura 4).

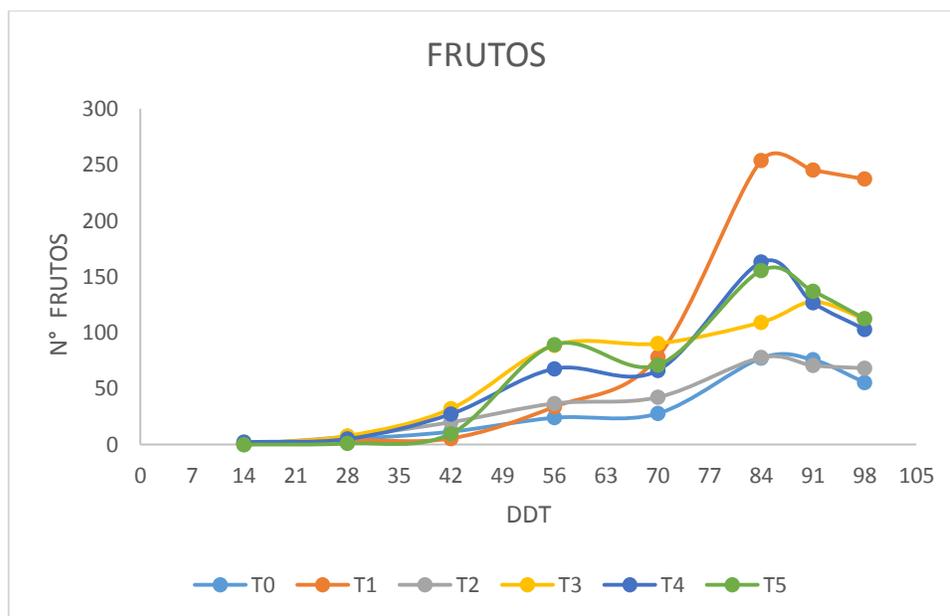


Figura 4. Número de frutos al cuajado inicial y final

El análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5 %, determinaron que el número de frutos al cuajado inicial a los 91 DDAT, mostraron diferencia significativa ($p < 0.05$) entre el T1 con respecto al T0 y T2 (Maxi-Grow), es decir, el anillado resultó con mayor número de frutos retenidos con una media de 56,06 frutos/rama superior al testigo que presentó una media de 17,56 frutos/rama (Tabla 3).

Tabla 5. Análisis de varianza para número de frutos al cuajado inicial a los 91 DDAT

Tratamiento	Medias	D.E	n	Significancia
T1	56,06	59,11	16	a
T5	34,25	31,92	16	ab
T3	31,88	23,17	16	ab
T4	31,69	29,25	16	ab
T2	17,69	14,84	16	b
T0	17,56	22,05	16	b
Error Experimental	8,30			

Promedios con letras diferentes en el sentido de las columnas indican diferencias estadísticas significativas, $\alpha \leq 0,05$; Tukey = 33,83

4.4. Número de frutos al cuajado final

El mayor número de frutos al cuajado final se observó a los 98 DDAT para todos los tratamientos (Figura 4), alcanzando el mayor número de frutos el T1 de 237,25 frutos en total de las ramas seleccionadas, resultando diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5 % entre el T1 con respecto al resto de tratamientos; el anillado resultó con mayor número de frutos retenidos con una media de 59,31 frutos/rama, valores superiores al resto de tratamiento (Tabla 4).

Tabla 6. Análisis de varianza para número de frutos al cuajado final a los 98 DDAT

Tratamiento	Medias	D.e	n	Significancia
T1	59,31	48,39	16	a
T5	28,13	23,50	16	b
T3	28,06	18,23	16	b
T4	25,75	22,00	16	b
T2	17,06	13,37	16	b
T0	16,31	18,64	16	b
Error Experimental	6,59			

Promedios con letras diferentes en el sentido de las columnas indican diferencias estadísticas significativas. Tukey= 27,35

4.5. Número de estructuras reproductivas por planta.

Al finalizar el periodo de evaluación a los 98 DDAT se acumuló el número total de estructuras reproductivas en estudio con el fin de obtener el conteo final de las mismas (Figura 5). Se observó en todos los casos que el mejor tratamiento fue el T1 alcanzando una media de 50, 45 botones blancos (Figura 5A), 27,8 frutos al cuajado inicial (Figura 5B) y 56,9 frutos al cuajado final (Figura 5C), mientras que el T0 presentó los valores menores de las estructuras antes mencionadas.

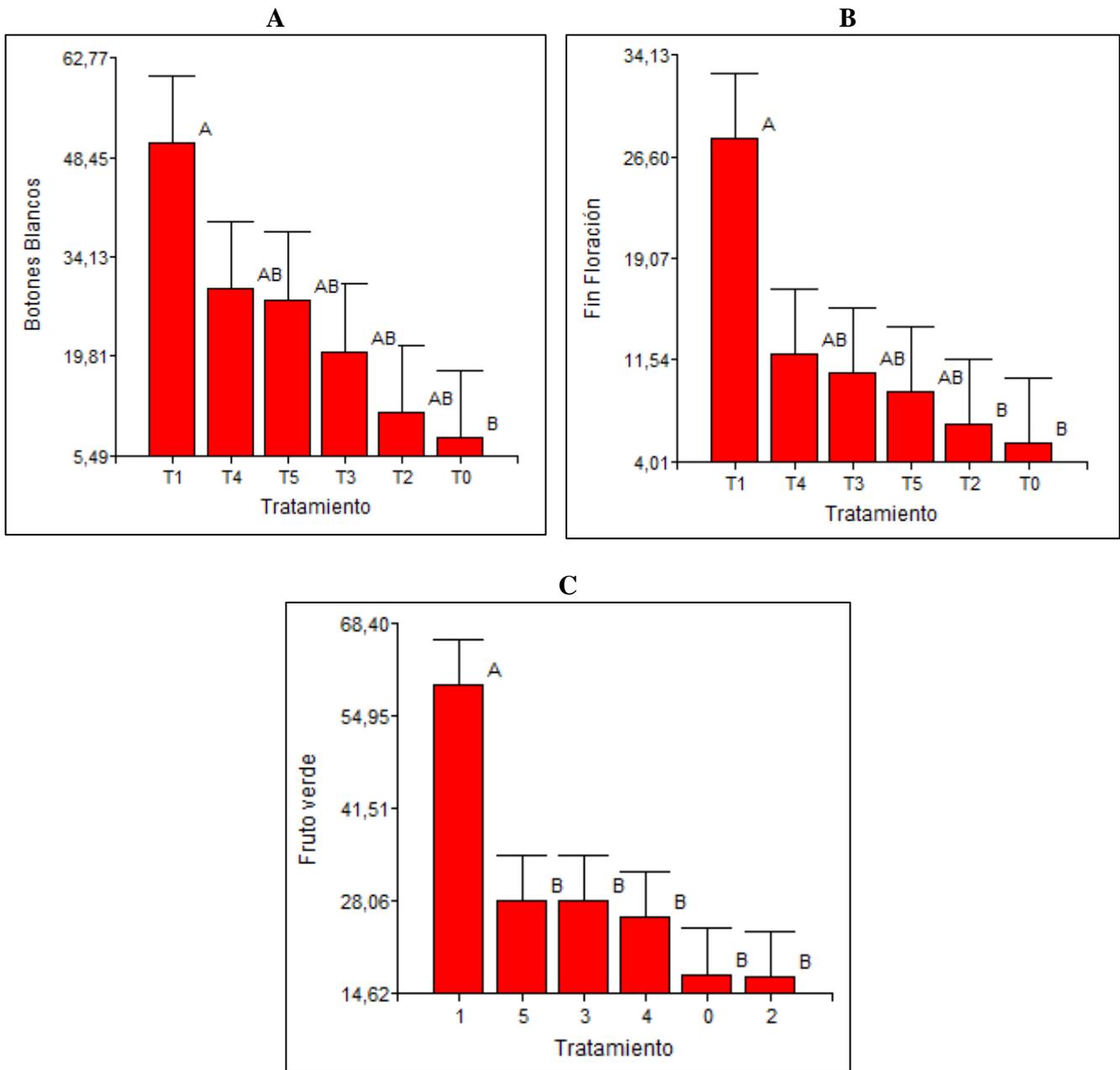


Figura 5. Total de estructuras reproductivas durante los meses de enero a abril de 2019 en plantas de cítricos. A. Botones Blancos, B. Fin de la Floración, C. Frutos cuajados.

4.6. Diámetro del fruto

De acuerdo al análisis de varianza según la prueba de Tukey al 5 % del diámetro polar del fruto existieron diferencias significativas a los 124 DDAT entre el T3 y el T4 con respecto al T2, T5 y T0, es decir, con el efecto combinado de anillado + Maxi Grow y de anillado + A. Giberélico se obtuvo un mayor diámetro del fruto con una media de 42,83 mm y 40,13 mm respectivamente, valores superiores al T0 que presentó una media de 31,18 mm (Tabla 5).

Tabla 7. Análisis de varianza para diámetro polar del fruto a los 124 DDAT

Tratamiento	Medias	D.E	N	Significancia
T3	42,83	8,60	80	a
T4	40,13	14,22	80	a
T1	36,15	12,87	80	ab
T2	32,50	21,81	80	b
T5	32,26	18,61	80	b
T0	31,18	19,78	80	b
Error Experimental	1,86			

Promedios con letras diferentes en el sentido de las columnas indican diferencias estadísticas significativas. Tukey=7,49.

El análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5 % del diámetro ecuatorial del fruto, mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) a los 124 DDAT entre el T3 con respecto al T5, T2 y T0, es decir, con el efecto combinado de anillado + Maxi Grow se obtuvo un mayor diámetro del fruto con una media de 43,71 mm; mientras que el T2 y T0 presentaron los valores menores de 32,95 y 31,48 respectivamente (Tabla 6).

Tabla 8. Análisis de varianza para diámetro ecuatorial del fruto a los 124 DDAT

Tratamiento	Medias	D.E	N	Significancia
T3	43,71	8,66	80	a
T4	41,02	13,62	80	ab
T1	37,74	13,70	80	abc
T5	33,72	19,16	80	bc
T2	32,95	21,80	80	c
T0	31,48	19,55	80	c
Error Experimental	1,87			

Promedios con letras diferentes en el sentido de las columnas indican diferencias estadísticas significativas. Tukey=7,53.

4.7. Peso del fruto

De acuerdo al análisis de varianza según la prueba de Tukey al 5 % del peso del fruto existieron diferencias significativas a los 124 DDAT entre el T3 con respecto al T2 y T0, es decir, con el efecto combinado de anillado + Maxi Grow se obtuvo un mayor peso del fruto con una media de 45,34 gr; valores superiores al T0 que presentó una media de 31,13 gr (Tabla 7).

Tabla 9. Análisis de varianza para peso del fruto a los 124 DDAT

Tratamiento	Medias	D.e	N	Significancia
T3	45,34	18,35	80	a
T4	43,51	25,92	80	ab
T1	37,47	27,96	80	abc
T5	34,94	24,44	80	abc
T2	33,06	31,69	80	bc
T0	31,13	27,96	80	c
Error Experimental	2,91			

Promedios con letras diferentes en el sentido de las columnas indican diferencias estadísticas significativas. Tukey=11,74.

4.8. Caída de frutos (Abscisión)

La mayor caída de frutos se observó entre los 84 y 98 DDAT para todos los tratamientos (Figura 6A), resultando que el tratamiento que presentó el mayor número de frutos caídos fue el T1 con una media de 16,01 frutos caídos/planta y el que presentó el menor número de frutos caídos fue el T5 con una media de 2,5 frutos caídos/planta (Figura 6B), es decir, con el efecto combinado de anillado+Maxi Grow+A.Giberélico se obtuvo mayor retención de frutos.

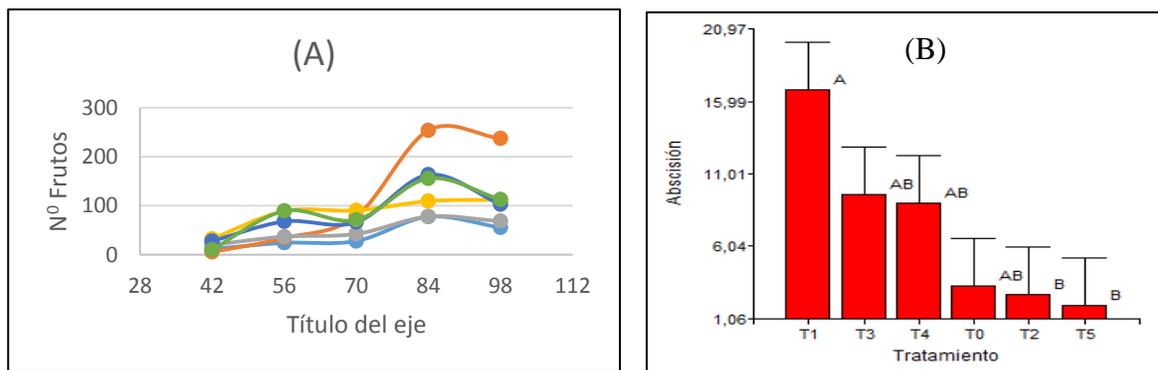


Figura 6. Caída de frutos. A. Curva de abscisión. B. Porcentaje de abscisión a los 98 DDAT.

Si bien es cierto, en todas las variables se destacó el T1, se debe indicar que se produjo en este tratamiento la mayor abscisión de frutos; sin embargo, en términos generales sigue siendo el mejor tratamiento ya que presentó un mayor número de frutos al cuajado final, con un total de 237,25 frutos/planta.

5. DISCUSIÓN

5.1. Número de días al inicio de la floración

En el presente estudio se evidenció que el anillado tuvo efecto en la aceleración de la diferenciación floral con una media de 8,81 yemas/rama a los 35 DDAT; tal como indican Agustí (2003), que menciona que el efecto estimulador del rayado sobre la floración en los agrios se ha puesto de manifiesto en diversos trabajos, los resultados se pueden resumir en una anticipación o aceleración de la diferenciación floral, así como en un incremento en la brotación y en el número de yemas florales; al igual que Davies y Albrigo (1994) que indica que el anillado o teoría de los carbohidratos aumentan la inducción de la floración, la fructificación y los niveles de almidón. Esto probablemente sucede porque la ralladura inhibe el transporte por el floema de los carbohidratos a las raíces. Las raíces son también una fuente de carbohidratos y, por tanto, una vez más puede que la correlación entre contenido de carbohidratos y floración no sea casual.

El anillado más fitohormonas y la aplicación individual de fitohormonas no presentaron diferencias significativas con respecto al testigo; presentando una media de 1,88 y 1,13 respectivamente; resultados que no concuerda con el estudio realizado por Pelcastre (1999) en la Producción Forzada de Naranja Valencia (*Citrus sinensis*) en la Región de Montemorelos, Nuevo León, quien indica que el testigo (T0) presentó mayor número de yemas florales con una media de 2,71 estadísticamente igual a la aplicación de Paclobutrazol, ethrel y urea en diferentes concentraciones, cabe señalar que éstos presentaron un valor numérico descendente en relación con el testigo, es decir, un menor número de yemas.

5.2. Número de flores

En cuanto a la antesis o plena floración se observó que a los 70 DDAT, el anillado favoreció la inducción floral con un mayor número de flores con una media de 30,39 flores/rama en relación con los demás tratamiento que presentaron valores menores; tal como concluyeron Ariza-Flores et al. (2015) en su estudio denominado Efecto del anillado en la floración, producción y calidad de los frutos del limón mexicano de invierno; que el promedio del número de flores demuestra que hubo diferencias estadísticas altamente significativas por efecto del anillado con la prueba de t de Student ($p \leq 0.01$); además, el anillado superó al testigo en un 299 %, es decir, alcanzó un promedio de 127,8 flores/rama a los 80 DDAT.

La aplicación de fitohormonas de manera individual y combinada con el anillado no presentaron diferencias significativas con respecto al testigo, con una media de 6,88 y 15,19 flores/rama respectivamente; lo que no coincide con Pelcastre 1999; quien indica que existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y los resultados obtenidos en la comparación de medias demostraron una superioridad en el testigo (T0) con una media de 1.74 flores/rama y la mayoría de los tratamientos mostraron un menor número de flores abiertas.

5.3. Número de frutos al cuajado inicial

Los resultados obtenidos de número de frutos al cuajado inicial a los 91 DDAT, determinaron que el anillado resultó con mayor número de frutos retenidos con una media de 56,06 frutos/rama superior al testigo que fue de 17,56 frutos/rama; tal como lo menciona Ariza et al. (2015) que, para el número de frutos al cuajado inicial, con el anillado se determinaron diferencias estadísticas altamente significativas con la prueba de t de Student ($p \leq 0.01$); la media del testigo fue superado con el 233%, alcanzando un promedio de 67,4 frutos/rama.

Con la aplicación individual de fitohormonas (Maxi-Grow, New-Gibb) y combinada con el anillado no existieron diferencias significativas con respecto al testigo, presentando una media de 17,69 y 34,25 frutos/rama respectivamente; tal como lo indica Pelcastre (1999) donde menciona que la media obtenida del número de frutos bajo el efecto de las diferentes dosis de AG3 tuvo una reducida variación; encontrando que al realizar los análisis aunque no se manifestaron diferencias estadísticas significativas en la comparación de medias efectuado con una prueba de DMS al 0.05, se observó una tendencia a incrementar el número de frutos en los tratamientos aplicados con (AG3) en diferentes dosis, en comparación con el testigo (T1).

5.4. Número de frutos al cuajado final

El anillado resultó con mayor número de frutos retenidos al cuajado final a los 98 DDAT con una media de 59,31 frutos/rama superior al testigo que fue de 16,31; lo que concuerda con los estudios realizados por Cabezas-Gutiérrez et al. (2010) en su estudio denominado Técnicas hortícolas para optimizar el tamaño y la calidad del fruto del naranjo (*Citrus sinensis* L.) donde mencionan que el anillado de las ramas productivas mostró diferencia significativa con la mayoría de tratamientos, menos con las plantas podadas y con la combinación de anillado y sacarosa, sus resultados resaltan el efecto positivo del anillado, con una media de 98 frutos/árbol

alcanzando un 45% más de producción que el control, además que incrementó la retención de frutos y afectó positivamente la cantidad total de fruta. Es importante resaltar que el anillado de ramas productivas se constituye en una buena alternativa de manejo, debido a que se retiene mayor cantidad de fruto en comparación con el testigo.

Estudios sobre Anillado y ácido Giberélico en la producción, calidad del fruto y nivel nutrimental en mandarino ‘Mónica’ realizados por Pérez et al. (2005) mencionan que la cantidad de frutos amarrados en los árboles anillados fue mayor con respecto a los obtenidos en no anillados (árboles testigo y con aplicación de AG3) presentando una media de 1007,20 frutos/árbol; el resultado puede ser atribuido a que la interrupción del floema del tallo mediante el anillado impidió el paso de los carbohidratos, nutrimentos y hormonas hacia las raíces, con lo que se provocó una redistribución de ellos, tendiendo a utilizarse en la parte aérea, con lo que se promovió un mayor amarre de fruto y se redujo su abscisión. Al respecto, Rosemberg y Gardiazabal (1991) señalaron que las flores de los árboles anillados tienen un mayor porcentaje de tubos polínicos desarrollados que, posteriormente, penetran al óvulo, lo cual permite suponer que el incremento en el contenido de carbohidratos que ocurre después del anillado propicia el desarrollo de tubos polínicos, lo que mejora el amarre de fruto. Cabe mencionar que Wallerstein et al. (1973) indicaron que la mayor concentración de carbohidratos en la parte aérea genera una mayor cantidad de giberelinas endógenas y esto es lo que puede mejorar el amarre del fruto.

En el número de frutos al cuajado final a los 98 días después de aplicar el tratamiento, la aplicación de fitohormonas de manera individual y combinada con el anillado presentaron una media de 17,06 y 28,13 frutos/rama respectivamente, no existiendo diferencias significativas con respecto al testigo, lo que no concuerda con obtenido por Quiñonez *et al.* (2009) en sus estudios realizados sobre “Nuevo inductor para mejorar el cuajado del fruto en árboles de clementina de Nules”, donde señalan que en los árboles tratados con AG3 y Maxifruit se incrementó considerablemente el cuajado del fruto, ya que dieron lugar a un mayor número de frutos con una media de 65,5 frutos/rama, valores superiores a los árboles control. El incremento en el número de frutos unido al hecho de que apenas se observaron diferencias en el calibre de los frutos, originó producciones significativamente superiores en los árboles tratados con ambos productos que en los del control. Los valores promedio de incremento de la cosecha en los

tratamientos de Maxifruit variaron entre 25, 20 y 17% para el primer, segundo y tercer año respectivamente.

5.5. Diámetro del fruto

A los 124 días después de aplicar el tratamiento con el efecto combinado de anillado + Maxi Grow y de anillado + A. Giberélico se obtuvo un mayor diámetro polar del fruto con una media de 42,83 mm y 40,13 mm respectivamente; con respecto al diámetro ecuatorial con el efecto combinado de anillado + Maxi Grow se obtuvo un mayor diámetro del fruto con una media de 43,71 mm; valores superiores al testigo, lo que no coincide con los estudios realizados por Cabezas-Gutiérrez et al. (2010) donde demuestran que las diferencias entre las medias no son congruentes con la respuesta a tratamientos; tampoco se evidenciaron diferencias significativas para esta variable y que el calibre promedio, expresado como la medida del diámetro ecuatorial del fruto, confirma el estudio de relación fuente-demanda de asimilados. El tamaño del fruto hace parte del tamaño final de las demandas, por lo cual será responsable de la actividad de la fuente y de la eficiencia del transporte. Al mantener mayor cantidad de frutos en el árbol de naranja, se disminuye el calibre del fruto, mientras que el raleo de la mitad de frutos y la poda de ramas, que contribuye con la regulación del número de frutos por árbol, incrementan el diámetro ecuatorial y, por tanto, el calibre de la fruta.

Con la aplicación individual de fitohormonas (Maxi-Grow) y el anillado de manera individual no existieron diferencias significativas con respecto al testigo, presentando una media de 32,50 y 32,26 mm respectivamente; lo que coincide con lo mencionado por Pérez et al. (2005) donde indica que los frutos provenientes de árboles anillados tuvieron menor diámetro ecuatorial con una media de 7,66 cm, en relación con los frutos provenientes de árboles testigo o asperjados con AG3 los cuales obtuvieron una media de 8,70 y 8,53 respectivamente, debido posiblemente a que estos últimos tuvieron una cantidad de seis veces menor de frutos por árbol; esto sea debido a que al haber mayor número de frutos por árbol, se incrementó la competencia por carbohidratos, aunque Agustí et al. (1992) indicaron que esto no se ha podido confirmar de manera convincente, sobre todo porque son diversos los factores involucrados en el tamaño final de los frutos, destacando la dotación genética del cultivar y la competencia activa por auxinas endógenas durante los primeros estados de la fase de crecimiento lineal.

5.6. Peso del fruto

En cuanto al peso del fruto, con el efecto combinado de anillado + fitohormonas se obtuvo un mayor peso con una media de 45,34 gr; valores superiores al T0; lo que no concuerda con los estudios realizados por Pelcastre (1999) donde indica que la media obtenida en el peso de los frutos, bajo el efecto de las diferentes dosis de ácido giberélico (AG3), tuvo una mínima variación no presentando diferencia estadística significativa. En la comparación de medias efectuado, en los resultados obtenidos se pudo demostrar que, aunque no existieron diferencias estadísticas significativas en el peso de los frutos, se presentó una mejor tendencia de respuesta en el T4 (40ppm) con una media de 31.3 en comparación con el testigo (T1), el cual presentó una media de 30.9 gr.

En cuanto a la aplicación individual de fitohormonas (Maxi-Grow) y anillado no existieron diferencias significativas con respecto al testigo, presentando una media de 33,06 y 34,94 gr respectivamente; lo que no concuerda con León (2017) en sus estudios realizados sobre “Alternativas de manejo para el cuaje y maduración de limón Persa en época seca” donde menciona que el mejor peso del fruto se obtuvo al realizar incisión de corteza y el asperjar el árbol con boro, siendo este de 98,33 gr, lo que equivale a un 49 % más de peso que el testigo.

5.7. Caída de frutos (Abscisión)

En los resultados se pudo observar que con el efecto combinado de anillado+Maxi Grow+A.Giberélico se obtuvo una mayor retención de frutos presentando una media de 2,5 frutos caídos con respecto a los demás tratamientos que presentaron medias de 16,01; lo que no concuerda con los estudios realizados por Pérez et al., (2005) donde indica que el aumento en producción de árboles anillados fue en gran medida debido a un incremento en el número de frutos amarrados por árbol, ya que en los árboles testigo hubo poco amarre de frutos y puede observarse que la producción por efecto del anillado se incrementó, llegando a ser hasta seis veces mayor que la producción de los árboles testigo, al igual la aplicación foliar de 20 mg L-1 de ácido giberélico no incrementó el rendimiento significativamente, con relación a los árboles testigo, probablemente debido a que la concentración usada no fue suficiente para estimular el desarrollo de un mayor número de frutos.

El anillado presentó una mayor caída de frutos con una media de abscisión de 16,01 frutos caídos/planta, superior al T5 que presentó una media de 2,5 frutos caídos/planta; lo que no concuerda con León (2017) quien indica que el anillado fue el que menos frutos caídos reportó con una media de 6,21 frutos caídos/rama; cabe recalcar que el T1 fue el tratamiento que presentó la mayor abscisión de frutos, sin embargo sigue siendo el mejor ya que presentó un mayor número de frutos al cuajado final dando un total de 237,25 frutos/planta, es decir, hubo una mayor abscisión debido a la competencia entre frutos en comparación con los demás tratamientos en los que hubo una menor abscisión pero también existió un número reducido de frutos; con lo que coincide con los estudios realizados por Iglesias *et al.* (2003) con anillado en mandarina Satsuma, quienes sugieren que las condiciones que determinan niveles altos de azúcares (anillado de ramas) incrementan el contenido en carbohidratos, disminuyen la producción de etileno y la tasa de abscisión, y que una condición opuesta (anillado del pedicelo) reduce la disponibilidad de carbohidratos e incrementa el etileno y la abscisión. Aunque no encontraron evidencias claras del papel regulador del etileno, sugieren que el contenido en carbohidratos y el etileno liberado son dos componentes principales de los procesos de abscisión por esta zona. De igual manera concuerda con lo manifestado por Ruiz (2000), quien indica que se establece una competencia por los carbohidratos disponibles en el resto de la planta, con un consiguiente agotamiento de las reservas; además, menciona que el nivel de sacarosa en las hojas cae a valores bajos, demostrando una limitación en el suministro de carbohidratos. La disminución en la abscisión de frutos durante este período, cuando la disponibilidad de carbohidratos fue incrementada por un aumento en la fotosíntesis o por anillado, refuerza la hipótesis de que la abscisión está relacionada con la competencia entre frutos por carbohidratos

La abscisión en relación con el déficit de carbohidratos que se presenta por la competencia entre sumideros (fruto-fruto), ha sido explicada por Gómez (2000); refiriéndose a un incremento en los niveles de ABA, y a una mayor liberación de etileno.

6. CONCLUSIONES

1. El anillado presentó el mayor número de flores con respecto a la aplicación de Maxi Grow y de la combinación de anillado más Fitohormonas. La aplicación de fitohormonas (Maxi-Grow) no presentó mayor efecto en relación con los demás tratamientos, al igual que la combinación de anillado más fitohormonas.
2. La fructificación a los 98 DDT dio como resultado que fue el anillado el tratamiento más eficiente en comparación con la combinación anillado más Fitohormonas (A. Giberélico y Maxi Grow) y el uso solo de Fitohormonas.
3. En el crecimiento de los frutos evaluado a los 124 DDT, presentó que la combinación de anillado más Fitohormonas (Anillado más Maxi-Grow) produjo un efecto significativo al favorecer un mayor tamaño y peso presentando un promedio de 42,83 mm y 45,34 gr/fruto respectivamente.
4. La combinación de anillado más fitohormonas presentó un menor número de frutos caídos con una media de 2,5 frutos caídos/planta en comparación con el anillado solo que presentó una media de 16,01 frutos caídos/ planta.

7. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda implementar la técnica del anillado de ramas en cultivos de naranja, puesto que en este estudio se demostró que al aplicarlo se obtuvo un mayor número de frutos en comparación con los demás tratamientos, lo cual incrementa considerablemente la producción.
- ✓ Es aconsejable la aplicación de fitohormonas más anillado en cultivos de cítricos ya que en el presente estudio se evidenció un incremento en el tamaño y peso de los frutos lo que señala un efecto beneficioso en la producción.
- ✓ La aplicación individual de Fitohormonas no presentó mayor efecto en la floración y cuajado de frutos en comparación con los demás tratamientos, por lo que se recomienda aplicar de manera combinado con el anillado que presentó mejores resultados.
- ✓ Las técnicas empleadas en el presente estudio son prácticas y económicas; destacando así la técnica del anillado, que requiere solamente de conocimiento práctico. De la misma forma el uso de fitohormonas resulta conveniente, por sus características químicas favorables, su fácil uso y bajo costo.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Almenares, G. (2013). Caracterización del desarrollo vegetativo, floración y cuajado en naranjos [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] y su manejo en la región oriental de Cuba. Tesis Doctoral. La Habana: Ministerio de Agricultura, pp. 2- 4.
- Agustí, M.F., V. Almeda y J. Ponds. (1992). Effects of girdling on alternate bearing in Citrus. *J. Hort. Sci.* 67: 203-210.
- Agustí M. (2000). Citricultura. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Agustí M. (2003). Citricultura. 2da Edición Mundi Prensa Barcelona - España
- Agustí, M.; García, F. & Guardiola, J. L. (2003). The influence of flowering intensity on the shedding of reproductive structures in sweet orange. In: *Scientia Hort.* Vol. 17. p. 343-352.
- Agustí, M. (2010). Fruticultura. Madrid: Editorial Mundi-Prensa, 507 p. ISBN 978-84-8476-398-7.
- Albrigo, L. G. (2009). Control of flowering in the American hemisphere. En: *Memorias V Taller Regional de Bioclimatología y Manejo de la Producción de Cítricos*. 26-28 octubre. Valencia. Venezuela: RIAC. p. 10.
- Albrigo, L. G. (2004). Climatic effects on flowering, fruit set and quality of citrus fruit. En: *Program and Abstracts X International Citrus Congress*, 20-25 feb, Agadir. Morocco: ISC, p. 78.
- Albrigo, L. G. (2006). Efectos del clima en la floración, cuajado, tamaño y calidad de los cítricos. *Carta Circular RIAC*, vol. 25, pp. 9-10.
- ALMAGUER, G. V.; H. G. CRUZ y J. ESPINOZA. (1994). The effects of growth regulators on the promotion of out-of-season harvest of orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cv. 'Valencia Late' in Veracruz, Mexico. En: *Proceedings of the International Society of Citriculture*, 8-13 marzo 1992, Acireale. Italia: ISC, 1994, vol. 1, pp. 468-470.
- Amaros, C. M. (2003). Producción de Agrios. 3era edición Mundi-Prensa Madrid - Barcelona. México.

- Ariza, R.; Cruzaley, R., Vasquez, E. (2004). Efecto de las labores culturales en la producción y calidad de limón mexicano de invierno. Revista Fitotécnica Mexicana volumen 27 - México.
- Ariza, R; Barrios, A; Otero, M; Miche, A. (2015). Efecto del anillado en la floración, producción y calidad de los frutos del limón mexicano de invierno. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Revista de Energía Química y Física Vol.2 No.5 361-364.
- Ben-Cheikh W, Pérez-Botella J, Tadeo FR, Talón M y Primo-Millo E. (1997). Pollination increases gibberellin levels in developing ovaries of seeded varieties of citrus. Plant Physiol., 114: 557-564.
- Borroto, C.; González, J.; Blanco, M.; Escalona M.; y Nieves, N. (1986). Control de la floración en cítricos. Relación de los contenidos de ácido giberélico y ácido abscísico. En: Memorias del 1 Simposio Internacional de Citricultura Tropical. La Habana, Cuba. 1 :285-292.
- Cabezas, M; Rodríguez, C. (2010). Técnicas hortícolas para optimizar el tamaño y la calidad del fruto del naranjo (*Citrus sinensis* L.) Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA), Bogotá (Colombia).
- Cautín, M. (2017). Producción de cítricos y sus requerimientos en floración. El Mercurio. Santiago de Chile: Universidad Católica de Valparaíso, 2017.
- Curtí, S. (1989). Reguladores del crecimiento y prácticas de manejo para modificar la floración del naranjo Valencia [*Citrus sinensis* (L.) Obeck] en condiciones tropicales. Tesis de Maestría. Chapingo, México: Colegio de Posgraduados de Chapingo. hh. 45-68.
- Chouza X; Gravina A., (2010). Inducción floral. Universidad de la Republica. Facultad de Agronomía, pp. 4-5.
- Davenport, T.L. (1990). Citrus flowering. Agricultura! Experiment stations Journal series No. R-00042. University of Florida. IFAS. Tropical Research and Education Center. Pp. 350-407
- Davies, F.S. y Albrigo, L.G. (1994). Cítricos, Editorial Acribia S.A. Zaragoza España.

- DELGADO. R.; J. L. LLANOS; M. C. PÉREZ; R. CASAMAYOR; C. CÁCERES; L. POZO y A. VENTO. (1989). Effects of paclobutrazol applications upon citrus yields in two Cuban regions. La Habana: IIFT, 1989.
- Díaz O; Guzmán D; Sierra R. (2013). Generalidades del cultivo de naranja. Universidad de Cartagena; Facultad de Ingeniería, pp. 8
- Díaz, D.H. (2002). Fisiología de árboles frutales. Ed AGT. Editor S.A. México.D.F. pp:114-353.
- FAO. (2004). Proyecciones de la producción y consumo mundiales de cítricos en el año 2010. Comité de problemas de productos básicos. La Habana, Cuba, 20-23 de mayo de 2003
- García D. (2017). Efecto de un biorregulador en el desarrollo inicial de varias especies frutales. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Carrera Agrícola, pp. 4-5
- González, J. (1990). Los reguladores del crecimiento y la floración de los cítricos bajo condiciones tropicales. Tesis de Doctorado. Santa Clara: Universidad Central de Las Villas, pp. 24-98.
- Gómez, C.; Cadena, T. (2013). Propuesta para exportar frutas tropicales hacia el mercado europeo para la Organización FIOPIEP de la provincia de Pichincha. Universidad Central del Ecuador, pp. 3
- Gómez-Cadenas, A. (2000). Hormonal regulation of fruitlet abscission induced by carbohydrate shortage in citrus. In: Planta. Vol. 210. p. 636 - 643.
- Guardiola, J. L. (2000). Regulation of flowering and fruit development: Endogenous factors and exogenous manipulation. Proc Int Soc Citriculture. Vol. 9. p. 342-346.
- Guardiola, J. L. (2003). Regulation of flowering and fruit development: endogenous factors and exogenous manipulation. En: Proceedings of the International Society of Citriculture, 3-7 december 2000, Orlando. Florida: ISC, vol. 1, pp. 342-346.
- Gravina, A. (2014). Fisiología de Citrus. Facultad de Agronomía, Aplicación del ácido giberélico en citrus: revisión de resultados experimentales en Uruguay UDELAR: 152p
- Hernández, J. (2014). Crecimiento y producción de naranja cv. Valencia Citrus sinensis (L.) Osbeck, como respuesta a la aplicación de correctivos y fertilizante. Universidad

- Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Ciencias Agronómicas.
- Herrera, S. (2015). *Inhibición de la inducción floral en los cítricos. factores hormonales relacionados con la presencia del fruto.* Universidad Politécnica de Valencia, pp. 4-8
- Iglesias, D. J.; *et al.* (2003). Fruit set dependence on carbohydrate availability in Citrus trees. In: *Tree Physiol.* Vol. 23. p. 199-204.
- Iglesias, D. J.; M. Cercós; J. M. Colmenero-Flores, M. A. Naranjo; G. Ríos; E. Carrera; O. Ruiz-Rivero; I. Lliso; R. Morillon; F. R. Tadeo y M. Talón. (2007) *Physiology of citrus fruiting.* Brazilian Journal of Plant Physiology. Vol. 19, no 4, pp. 333-362.
- Iglesias, D. J. y M. Talón. (2008). En: AZCON-BIETO J. y M. Talón (eds.). *Fundamentos de Fisiología Vegetal.* 2da ed. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana, pp. 399-420.
- Jiménez, A. (2009). Aspectos que inciden en los procesos fisiológicos que determinan el rendimiento. *Curso Integral de Citricultura.* La Habana. IIFT., p. 16.
- Jonckheere, I.; S.Fleck; K. Nacckaerts; B. Muys; P. Coppin; M. Weiss y F. Baret. (2004). *Review of methods for in situ leaf area index determination. Part I: Theories, sensors and hemispherical photography.* Agric. for. Meteorol., vol. 121, pp. 19-35.
- León, L. (2017). *Alternativas para el cuaje y maduración del limón Persa en época seca.* UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR. FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRICOLAS, SEDE REIONAL DE COATEPEQUE, pp. 31-40.
- Lorzundi, A. (2012). *Efecto de nitrato de potasio, podas y anillado en la inducción floral de LIMÓN SUTIL (Citrus aurantifolia Swing)* El Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, pp. 18-24.
- Maia, E.; D. López y P. R. Cecon. (2010). *Production, florescence and fructification of Pokan mandarin tree submitted to gibberellic acid application.* Ciência Rural. Vol. 40, no 3, pp. 507-512.
- Manzi, M. (2011). *Respuesta metabólica y reproductiva de dos variedades de cítricos bajo estrés hídrico.* Tesis de Maestría. Montevideo: Universidad de la República, pp. 83-107.

- Martínez-Fuentes, A. (2010). El tiempo de permanencia del fruto en el árbol y su relación con la floración en los cítricos. Tesis de Doctorado. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia, pp. 80-132.
- Medina, C. L.; A. Braga; D. López e C. E. Caruso. (2005). Fisiología dos Citros. En: MATTOS J.; R. NEGRI; M. PIO e J. POMPEU (eds.). Citros. Campinas, São Paulo: IAC e FUNDAG, 552 pp. 149-195.
- Orduz, J.O. (2007). Estudios ecofisiológicos y caracterización morfológica y molecular de la mandarina Arrayana (*Citrus reticulata* Blanco) en el piedemonte llanero de Colombia. Tesis doctoral. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 130 p.
- Orduz, J. y G. Fischer. (2007). Balance hídrico e influencia del estrés hídrico en la inducción y desarrollo floral de la mandarina ‘Arrayana’ en el piedemonte llanero de Colombia. *Agronomía Colombiana*. Vol. 25, no 2, pp. 255-263.
- Otero, A.; C. Goñi y J. P. Castaño. (2010). Reduciendo incertidumbres: El riego en la productividad de los cítricos. Avances de investigación [en línea]. Uruguay: INIA, 26 junio 2009 [Consultado: 27 septiembre 2010]. Serie Actividades de Difusión No. 576. Disponible en: <http://www.inia.org.uy>
- Pelcastre, J. (1999) Producción Forzada de Naranja Valencia (*Citrus sinensis*) en la Región de Montemorelos, Nuevo León. UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA. Subdirección de Estudios de Postgrado, pp. 47-60.
- Pereira, C. S.; D. López; L. C. Chamum; P. R. Cecon y D. Dos Santos. (2011). Fruit production and carbohydrate contents in the leaves of acid lime tree ‘Tahiti’ girdled and treated with gibberellic acid. *Rev. Bras. Frutic.* Vol. 33, no 3, pp. 706-712.
- Pérez, M. C. (2009). Aspectos que inciden en los procesos fisiológicos que determinan el rendimiento. Curso Integral de Citricultura. La Habana. IIFT., p16.
- Pérez, G; Almaguer, G; Maldonado, R , Avitia, E; Castillo, A. (2005) Anillado y ácido giberélico en la producción, calidad del fruto y nivel nutrimental en mandarino “Mónica” Departamento de Fitotecnia, Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo, estado de México. *TERRA Latinoamericana VOLUMEN 23 NÚMERO 2*.

- PROECUADOR. (2014). Frutas Exóticas. Análisis sectorial. (En línea). Consultado el 12 de ene. 2016. Formato PDF. Disponible en: <https://goo.gl/dQ7Lkc>
- Pozo, L. V. (2007). Citrus Research and Education Center. UFLA. Lake Alfred, Florida, EE. UU.
- Prins, C. L.; I. J. Vieira; S. y P. Freitas. (2010). Growth regulators and essential oil production. *Braz. J. Plant Physiol.* Vol. 22, no 2, pp. 91-102.
- Quiñones, A.; B. Martínez-Alcantara; B. C. Bacab; M. R. Martínez-Cuenca y F. Legaz. (2009). Maxifrut, nuevo producto para mejorar el cuajado del fruto en árboles de Clementina de Nules. *Levante Agrícola.* Vol. 1, no 394, pp. 21-26.
- Rebolledo, A. (2017). Fisiología de la floración y fructificación en los cítricos. CORPOICA. C.I. PALMIRA. Department of Plant Physiology, pp. 90-96.
- RIAC. (2006). Bioclimatología. Una herramienta para el desarrollo del cultivo de los cítricos en Cuba y en las Américas. Carta Circular. N^o 25, pp. 2-8.
- Rivas, F.; A. Martínez-Fuentes; C. Mesejo; C. Reig y M. Agustí. (2010). Efecto hormonal y nutricional del anillado en frutos de diferentes tipos de brotes de cítricos. *Agrociencia.* Vol. 14, n^o 1, pp. 8-14.
- Rivas, F. (2007). Respuesta nutricional y fisiológica de los cítricos al rayado y sus implicaciones agronómicas. Tesis Doctoral. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia, pp. 30-98.
- Rosemberg, G. y F. Gardizabal. (1991). Anillado y raleo. pp. 149-155. In: *El cultivo del palto.* Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Valparaíso, Chile.
- Ruiz, R. (2001). Carbohydrate availability in relation to fruitlet abscission in Citrus. In: *Ann. Bot.* Vol. 87. p. 805-812.
- Shani, E.; O. Yanai y N. Ori. (2006). The role of hormones in shoot apical meristem function. *Current Opinion in Plant Biology.* Vol. 9, pp. 484-489.
- Talón M., Zacarías L y Primo-Millo E. (1992). Gibberellins and parthenocarpic ability in developing ovaries of seedless mandarins. *Plant Physiol.*, 99: 1575-1581.

- Talón, M.; J. Mehouchi D. J. Iglesias; F. R. Tadeo; I. Lliso; J.L. Moya; A. Gómez-Cárdenas y E. Primo-Millo. (2002). Abscisión de los frutos cítricos: Bases fisiológicas que apoyan la “Hipótesis de la competencia”. *Todo Citrus*. Vol. 16, pp. 5-11.
- Vázquez R. (2009). Uso de un complejo hormonal y micronutrientes en naranja Valencia. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México, pp. 5-6
- Velazco, S.; O. Champo; M. España y F. Baret. (2010). Estimación del índice de área foliar en la reserva de la biosfera Mariposa Monarca. *Revista Fitotecnia Mexicana*. Vol. 33, no 2. pp. 169-174.
- Wallerstein, I., R. Goren y S.P. Monselise. (1973). Seasonal changes in gibberellic-like substances in ‘Shamouti’ orange (*C. sinensis* Osb.) trees in relation to ringing. *J. Hort. Sci.* 48: 75-82.

9. ANEXOS

Anexo 1. Tablas de los análisis de varianza y test de Tukey de las diferentes variables evaluadas

Anexo 1.1. Test de Tukey para número de yemas florales a los 21 DDAT

Tratamiento	Medias	N	Significancia
T5	9,56	16	A
T4	9,19	16	A
T3	7,25	16	A
T2	3,50	16	A
T0	1,06	16	A
T1	0,00	16	A
Error experimental	4,26		

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas, Tukey $p < 0,05$.

Anexo 1.2. Test de Tukey para número de yemas florales a los 28 DDAT

Tratamiento	Medias	N	Significancia
T3	9,31	16	A
T5	7,31	16	AB
T4	3,50	16	AB
T2	1,25	16	AB
T0	0,69	16	AB
T1	0,00	16	B
Error experimental	2,24		

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas, Tukey $p < 0,05$.

Anexo 1.3. Test de Tukey para número de yemas florales a los 42 DDAT

Tratamiento	Medias	N	Significancia
T4	4,06	16	A
T1	0,75	16	AB
T2	0,63	16	AB
T5	0,00	16	AB
T0	0,00	16	AB
T3	0,00	16	B
Error experimental	1,24		

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas, Tukey $p < 0,05$.

Anexo 1.4. Test de Tukey para número de yemas florales a los 49 DDAT

Tratamiento	Medias	N	Significancia
T5	27,19	16	A
T1	26,13	16	A
T4	19,56	16	A
T2	11,25	16	A
T3	10,94	16	A
T0	9,19	16	A
Error experimental	7,42		

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas, Tukey $p < 0,05$.

Anexo 1.5. Test de Tukey para número de yemas florales a los 56 DDAT

Tratamiento	Medias	N	Significancia
T5	5,25	16	A
T3	2,88	16	A
T1	2,88	16	A
T4	2,69	16	A
T2	1,38	16	A
T0	0,94	16	A
Error experimental	1,40		

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas, Tukey $p < 0,05$.

Anexo 1.6. Test de Tukey para número de yemas florales a los 63 DDAT

Tratamiento	Medias	N	Significancia
T1	4,56	16	A
T5	1,06	16	B
T3	0,75	16	B
T4	0,75	16	B
T2	0,13	16	B
T0	0,00	16	B
Error experimental	0,82		

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas, Tukey $p < 0,05$.

Anexo 1.7. Test de Tukey para número de yemas florales a los 70 DDAT

Tratamiento	Medias	N	Significancia
T1	0,94	16	A
T5	0,00	16	A
T4	0,00	16	A
T3	0,00	16	A
T2	0,00	16	A
T0	0,00	16	A
Error experimental	0,38		

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas, Tukey $p < 0,05$.

Anexo 1.8. Test de Tukey para número de yemas florales a los 77 DDAT

Tratamiento	Medias	N	Significancia
T1	8,50	16	A
T5	1,13	16	A
T4	1,06	16	A
T3	0,31	16	A
T0	0,25	16	A
T2	0,00	16	A
Error experimental	2,28		

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas, Tukey $p < 0,05$.

Anexo 1.9. Test de Tukey para número de flores abiertas a los 63 DDAT

Tratamiento	Medias	N	Significancia
T1	9,44	16	A
T4	6,13	16	A
T5	4,31	16	A
T0	3,44	16	A
T2	2,50	16	A
T3	2,38	16	A
Error experimental	2,13		

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas, Tukey $p < 0,05$.

Anexo 1.10. Test de Tukey para número de flores abiertas a los 77 DDAT

Tratamiento	Medias	N	Significancia
T1	5,06	16	A
T4	1,81	16	AB
T3	1,75	16	AB
T5	1,69	16	AB
T0	0,94	16	AB
T2	0,00	16	A
Error experimental	1,21		

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas, Tukey $p < 0,05$.

Anexo 1.11. Test de Tukey para número de flores abiertas a los 84 DDAT

Tratamiento	Medias	N	Significancia
T1	10,75	16	A
T5	1,63	16	B
T3	0,75	16	B
T4	0,56	16	B
T0	0,19	16	B
T2	0,00	16	B
Error experimental	2,00		

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas, Tukey $p < 0,05$.

Anexo 1.12. Test de Tukey para número de frutos a los 77 DDAT

Tratamiento	Medias	N	Significancia
T1	63	16	A
T4	36,19	16	A
T5	34,25	16	A
T3	26,63	16	A
T2	16,81	16	A
T0	15,44	16	A
Error experimental		11,91	

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas, Tukey $p < 0,05$.

Anexo 1.13. Test de Tukey para número de frutos s a los 84 DDAT

Tratamiento	Medias	N	Significancia
T1	63,44	16	A
T4	40,75	16	A
T5	38,88	16	A
T3	27,31	16	A
T2	19,44	16	A
T0	19,31	16	A
Error experimental		11,29	

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas, Tukey $p < 0,05$.

Anexo 2. Tríptico de socialización de resultados en la Carrera de Ingeniería Agronómica



FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

TÍTULO:

Efecto del anillado y aplicación de fitohormonas en la floración, cuajado y crecimiento de frutos de naranja en el Centro Binacional Zapotepamba de la provincia de Loja.

Autor: Gustavo Israel Córdoba Vazquez

2019

4.4. Caída de frutos (Abscisión)

La mayor caída de frutos se observó entre los 84 y 98 DDT para todos los tratamientos en el estadio 73 donde se inicia la caída fisiológica (Figura 6A); resultando que el mayor porcentaje de abscisión se observó en el T1 con 77,25 % y el que presentó el menor porcentaje fue el T5 con el 12,25 % de frutos caídos (Figura 6B), es decir, con el efecto combinado de anillado+Maxi Grow+A.Giberélico se obtuvo mayor retención de frutos con respecto a los demás tratamientos.

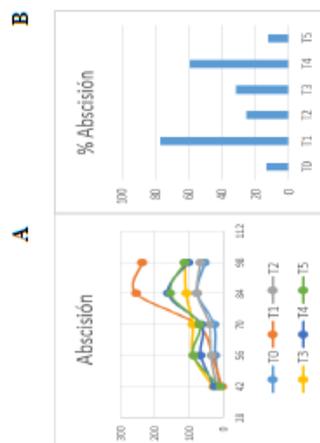


Figura 6. Caída de frutos (Abscisión). A. Curva de abscisión. B. Porcentaje de abscisión.

4.3. Rendimiento por planta

Al finalizar el periodo de evaluación se acumuló el número total de estructuras reproductivas en estudio donde se observó en todos los casos que el mejor tratamiento fue el T1 alcanzando valores máximos de 704 botones blancos (Figura 5A); 391,25 fin de la floración (Figura 5B) y 237,25 frutos (Figura 5C); mientras que el T0 presentó los valores menores de las estructuras antes mencionadas.

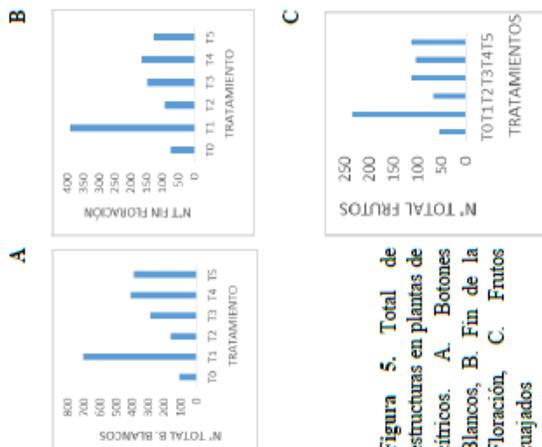


Figura 5. Total de estructuras en plantas de cítricos. A. Botones Blancos, B. Fin de la Floración, C. Frutos cuajados

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de frutales ha logrado un lugar destacado en la agricultura actual, debido a los precios elevados y a su alto valor nutritivo, además de crecer y desarrollarse en ecosistemas que no son considerados como aptos para el establecimiento de otras especies vegetales.

La producción de cítricos en nuestro país es una actividad que registra un gran crecimiento y se está desarrollando a gran escala, debido a la ubicación geográfica en la que se encuentra y a la existencia de microclimas que favorecen la diversidad de ambientes y cultivos.

La fisiología de la floración en cítricos, recibe atención debido principalmente a su relevancia agronómica; su conocimiento permite realizar el manejo de este proceso, para obtener incrementos en la producción mediante aplicaciones de reguladores de crecimiento, aplicaciones foliares de productos químicos y amillado o rayado de ramas

2. OBJETIVO

Evaluar el efecto del amillado y la aplicación de fitohormonas en la floración, cuajado y crecimiento de frutos en plantas de naranja (*Citrus sinensis* L.) en el Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba de la provincia de Loja, durante el periodo enero-abril 2019.

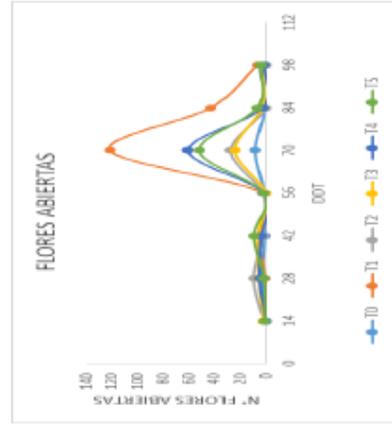
3. TRATAMIENTOS

- T0: Testigo
- T1: Anillado
- T2: Maxi-Grow
- T3: Anillado+Maxi-Grow
- T4: Anillado+A. Giberélico
- T5: Anillado+Maxi-Grow+A. Giberélico

4. RESULTADOS

4.1. Número de flores

En el periodo de evaluación a los 70 DDT se observó el momento de plena floración o antesis para todos los tratamientos, en el caso del T1 y el T4 alcanzaron valores máximos de 121,5 y 60,75 flores respectivamente, y el T0 fue el que presentó los valores menores.



De acuerdo al análisis de varianza el anillado resultó con mayor número de flores con una media de 30,39 superior al resto de tratamientos.

4.2. Número de frutos al cuajado final
El mayor número de frutos al cuajado final se observó a los 98 DDT para todos los tratamientos, alcanzando el mayor número de frutos el T1 de 237,25 y el menor número el T0 de 55,5 frutos, resultando diferencias significativas de acuerdo con el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5 % entre el T1 con respecto al resto de tratamientos; el anillado resultó con mayor número de frutos retenidos con una media de 59,31 con diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos.

TRATAMIENTO	MEDIAS	SIGNIFICANCIA
T1	59,31	A
T5	28,13	B
T3	28,06	B
T4	25,75	B
T2	17,06	B
T0	16,31	B
E.E	6,59	

Anexo 3. Escala fenológica BBCH de los estadios fenológicos del desarrollo de los agrios.

Estadio principal 5: Desarrollo de las flores

55 Las flores se hacen visibles: están todavía cerradas (botón verde) y se distribuyen aisladas o en racimos en inflorescencias con o sin hojas

56 Los pétalos crecen; los sépalos envuelven la mitad de la corola (botón blanco)

59 La mayoría de las flores, con los pétalos cerrados, forman una bola hueca y alargada

Estadio principal 6: Floración

61 Comienza la floración: alrededor del 10 % de las flores están abiertas

65 Plena floración: alrededor del 50 % de las flores están abiertas. Empiezan a caer los primeros pétalos.

67 Las flores se marchitan: la mayoría de los pétalos están cayendo

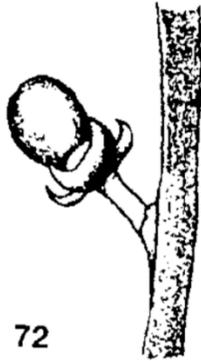
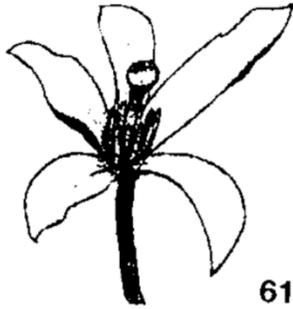
69 Fin de la floración: han caído todos los pétalos.

Estadio principal 7: Desarrollo del fruto

72 El fruto, verde, está rodeado por los sépalos a modo de una corona

73 Algunos frutos amarillean: se inicia la caída fisiológica de frutos.

74 El fruto alcanza alrededor del 40% del tamaño final. Adquieren un color verde oscuro. Finaliza la caída fisiológica de frutos.



Anexo 4. Hojas de registro de datos

	Fecha:																Hora:									
	T0= Testigo				T1= Anillado				T2= Maxi Graw				T3= Anill+ Maxi				T4= Anill+ Gib				T3= Anill+ Maxi + Gib					
	TOR1				T1R1				T2R1				T3R1				T4R1				T5R1					
	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4		
55 Botón verde																										
56 Botón blanco																										
59 Botón blanco alargado																										
61 Floración 10% flores abiertas																										
65 Plena floración 50%																										
67 Flores se marchitan																										
69 Fin de la floración																										
72 Fruto verde																										
73 Caída de frutos																										
74 Frutos con 40% de tamaño																										

	Fecha:																Hora:											
	T0= Testig				T1= Anillado				T2= Maxi Graw				T3= Anill+ Maxi				T4= Anill+ Gib				T3= Anill+ Maxi + Gib							
	TOR2				T1R2				T2R2				T3R2				T4R2				T5R2							
	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4
55 Botón verde																												
56 Botón blanco																												
59 Botón blanco alargado																												
61 Floración 10% flores abiertas																												
65 Plena floración 50%																												
67 Flores se marchitan																												
69 Fin de la floración																												
72 Fruto verde																												
73 Caída de frutos																												
74 Frutos con 40% de tamaño																												

	T0= Testigo				T1= Anillado				T2= Maxi Graw				T3= Anill + Maxi				T4= Anill+ Gib				T3= Anill + Maxi + Gib			
	TOR3				T1R3				T2R3				T3R3				T4R3				T5R3			
	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4
55: Botón verde																								
56: Botón blanco																								
59: Botón blanco alargado																								
61 Floración 10% flores abiertas																								
65: Plena floración 50%																								
67: Flores se marchitan																								
69: Fin de la floración																								
72: Fruto verde																								
73: Caída de frutos																								
74: Frutos con 40% de tamaño																								

	T0= Testigo				T1= Anillado				T2= Maxi Graw				T3= Anill + Maxi				T4= Anill+ Gib				T3= Anill + Maxi + Gib			
	TOR4				T1R4				T2R4				T3R4				T4R4				T5R4			
	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4	r1	r2	r3	r4
55 Botón verde																								
56 Botón blanco																								
59 Botón blanco alargado																								
61 Floración 10% flores abiertas																								
65 Plena floración 50%																								
67 Flores se marchitan																								
69 Fin de la floración																								
72 Fruto verde																								
73 Caída de frutos																								
74 Frutos con 40% de tamaño																								

Anexo 5. Evidencias fotográficas



Figura 1. Reconocimiento del área de estudio.



Figura 2. Identificación de tratamientos y etiquetado de ramas



Figura 3. Limpieza y fertilización de cada unidad experimental



Figura 4. Aplicación de tratamientos.



Figura 5. Recolección de datos



Figura 6. Medición del diámetro polar, ecuatorial y peso del fruto.



Figura 7. Socialización de resultados.