



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Inductores para la floración en el cultivo de Mango (*Mangifera indica L.*)”

AUTOR:

Washington Bryan Muñoz Chang.

TUTOR:

Ing. Agr. Orlando Olvera Contreras, MAE.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2022

RESUMEN

La inducción floral es un proceso mediante el cual en las primeras semanas después de la floración se produce un cambio fisiológico, donde evolucionan las yemas vegetativas a yemas florales, es por ello que el presente documento se hizo referencia a la información sobre los inductores para la floración en el cultivo de Mango (*Mangifera indica L.*). El informe detalla que el uso de los inductores para la floración en los cultivos; los bioestimulantes para floración están compuestos por hormonas vegetales, indispensables para el desarrollo de los cultivos, los cuales deben ser utilizados durante las primeras semanas que se produzca la floración, debido al impulso que se debe dar a la plantaciones de mango para que la planta cree sus flores; las giberelinas son consideradas como el componente principal para la inducción floral en el cultivo de mango; el uso del nitrato de potasio no se consideró como un elemento indispensable para la floración en el cultivo de mango y entre los beneficios de los inductores florales se destaca que estimulan el crecimiento vegetativo, fortalecen las yemas florales y fortalece la reproducción, mejorando la viabilidad del polen y el cuajado de frutos.

Palabras claves: inductores, floración, mango, frutos.

SUMMARY

Floral induction is a process by which a physiological change occurs in the first weeks after flowering, where vegetative buds evolve into floral buds, which is why this document referred to the information on inducers for flowering. flowering in the cultivation of Mango (*Mangifera indica* L.). The report details that the use of inducers for flowering in crops; biostimulants for flowering are composed of plant hormones, essential for the development of crops, which must be used during the first weeks of flowering, due to the impulse that must be given to mango plantations so that the plant grows your flowers; gibberellins are considered the main component for floral induction in mango cultivation; the use of potassium nitrate was not considered an essential element for flowering in mango cultivation and among the benefits of floral inducers it is highlighted that they stimulate vegetative growth, strengthen flower buds and strengthen reproduction, improving the viability of the crop. pollen and fruit set.

Keywords: inducers, flowering, mango, fruits.

CONTENIDO

RESUMEN	II
SUMMARY	III
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
MARCO METODOLÓGICO	3
1.1. Definición del tema caso de estudio	3
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. General.....	5
1.4.2. Específicos	5
1.5. Fundamentación teórica.....	5
1.5.1. Generalidades del cultivo de mango	5
1.5.2. Importancia de las hormonas vegetales.....	6
1.5.3. Nitrato de Potasio	13
1.5.4. Inductores de floración.....	14
1.6. Hipótesis	19
1.7. Metodología de la investigación	19
CAPÍTULO II.....	20
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.1. Desarrollo del caso	20
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo).....	20
2.3. Soluciones planteadas	20
2.4. Conclusiones	21
2.5. Recomendaciones	21

BIBLIOGRAFÍA 22

INTRODUCCIÓN

El mango (*Mangifera indica* L.) es considerado uno de los frutales más cultivados por el hombre desde hace cuatro mil años. Este cultivo es importante económicamente en el mundo ya que se encuentra en cerca de 100 países. Sin embargo, el mango presenta algunas limitantes como presencia de enfermedades, plagas y algunos desórdenes fisiológicos; principalmente estos problemas se dan por el manejo agronómico inadecuado durante el proceso de desarrollo del cultivo (Chiguachi *et al.* 2020).

En el país, existe una superficie sembrada de 18213 has, con una edad productiva de 16789 has, de las cuales se cosechan 15152 has y una producción de 79440 Tm. En la provincia de Los Ríos, la superficie sembrada es de 363 has, con una superficie cosechada de 254 has y una producción de 1817 Tm (INEC 2022).

Los inductores florales están compuestos por fitohormonas, enzimas y microelementos en forma de proteinatos, destinados a potencializar las funciones vegetativas y reproductivas en las plantas, lo cual estimula la formación de las hormonas naturales de crecimiento, floración y fructificación. El efecto de los inductores florales depende de la especie vegetal, la condición del suelo en cuanto a humedad, contenido de materia orgánica y pH, además de otros factores como la radiación solar, el fotoperíodo y las variaciones de temperatura, y es indispensable una buena condición del lote productor de semilla (Eguiarte y González 2002).

La inducción floral en mango es una práctica agronómica que utilizan los países productores de mango. La inducción floral consiste en la utilización de técnicas para estimular la floración con el objetivo de mejorar la producción y la calidad de los frutos (Martich 2018).

Por lo expuesto se desarrolló la presente investigación, con la finalidad de recopilar información y a su vez fortalecer los conocimientos académicos

referente a los inductores para la floración en el cultivo de Mango (*Mangifera indica* L.).

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente documento detalla información relevante la aplicación de inductores para la floración en el cultivo de Mango (*Mangifera indica L.*).

La floración es el proceso del crecimiento y separación de los sépalos y pétalos de la flor que deja expuestos a los estigmas y estambres, también identificado como antesis. Es una respuesta fenológica que incide directamente en la producción del cultivo, por lo tanto es necesario comprender e identificar los factores y variables que limitan o favorecen dicho fenómeno. La floración es uno de los caracteres que determinan el ciclo de vida de una planta y su éxito reproductivo. La fecha de floración determina la duración de la fase vegetativa y de la fase reproductiva en el ciclo de vida de los vegetales. Para poder inducir o retardar la floración y el amarre de frutos es necesario conocer la fisiología de estos procesos (Intagri 2022).

1.2. Planteamiento del problema

La reducción del volumen total producido en los últimos años solamente puede explicarse por una baja en la productividad ya que se compara la producción anual de la superficie cosechada y no de la superficie sembrada. Las causas probables de esta reducción en productividad van desde la selección de la variedad que se planta hasta los factores climáticos de una temporada específica en un sitio particular, pasando por la implementación de las distintas prácticas culturales requeridas para asegurar una producción económicamente viable por su calidad y volumen (Guerrero 2018).

Las condiciones climáticas muchas veces son poco favorables para la inducción floral natural de los cultivares de mango, lo que además repercute debido a la falta de prácticas de manejo como la poda del árbol, baja disponibilidad de nitrógeno en el suelo, estrés hídrico y factores ambientales,

tales como: bajas temperaturas nocturnas y humedad relativa, que provocan un desbalance entre el crecimiento vegetativo y la productividad (Martich 2018).

1.3. Justificación

El mango (*Mangifera indica* L.) pertenece a la familia *Anacardiaceae*, es una de las frutas más consumidas en el mundo por su sabor, fragancia y nutrición, además presenta relativamente bajos costos de mantenimiento debido a su naturaleza resistente. Se estima que tiene una producción global de 50.64 millones de toneladas métricas. El árbol de mango es originario de Asia, en India se encuentran cerca de 100 cultivares (Chiguachi *et al.* 2020).

La producción de mango en Ecuador se remonta decenas de años atrás como una fruta estacional muy apetecida, de color amarillo, más pequeño que las variedades de injerto, de sabor exquisito y muy dulce, especialmente la tradicional variedad con alto contenido de jugo, típica de las riberas de los ríos del litoral (Guerrero 2018).

La influencia de los inductores florales como las auxinas cumplen un rol en procesos de crecimiento, floración, dominancia apical, crecimiento celular de los meristemas y formación de raíces en estaca leñosas; las giberelinas participan en la germinación de semillas e inducen la formación de flores y frutos; por su parte, las citoquininas retardan la caída de la hoja y el envejecimiento e inducen la diferenciación celular y la formación de nuevos tejidos; mientras que el ácido abscísico es responsable del cierre de estomas cuando hay déficit hídrico o inhibe el crecimiento vegetal en momentos de crisis, produciendo una especie de letargo; y por último, el etileno, facilita la maduración de los frutos, la degradación de la clorofila y la posterior caída de las hojas (Arellan 2019).

Por lo antes indicado, se justifica el desarrollo de la presente investigación, con la finalidad de determinar la importancia de la aplicación de los inductores florales en el cultivo de mango.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Identificar los inductores para la floración en el cultivo de Mango (*Mangifera indica L.*).

1.4.2. Específicos

- Describir el uso de los inductores para la floración en los cultivos.
- Establecer los beneficios de los inductores florales en el cultivo de Mango.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Generalidades del cultivo de mango

Dentro de los problemas que afectan actualmente la producción de mango en las diferentes zonas productoras están, la floración errática, la alternancia de la producción, el bajo porcentaje de cuajamiento y el bajo amarre de los frutos, en consecuencia los rendimientos actuales son bajos del orden de 8 a 10 toneladas por hectárea por año (Miranda 2001).

El cultivo de mango se lo ha catalogado como climatérico, esto quiere decir que madura rápidamente una vez que el árbol haya sido cortado (postcosecha). Sin embargo, esta fruta se dio a conocer en los mercados nacionales e internacionales por su sabor, aroma, color y los aspectos nutricionales que poseen esta fruta para las personas (Rendón 2022).

El mango es un fruto con origen en Asia, se piensa con seguridad que este cultivo proviene del espacio comprendido entre el noroeste de la India y el norte de Burma, los primeros escritos en los cuales se hace mención a este cultivo y su fruto cuentan que ya hace unos 6000 años los hindúes tenían pleno conocimiento de esta fruta, estos pobladores lo consideraban como un fruto valioso y así sigue siendo para ellos en la

actualidad (Moya y Reyes 2019).

El árbol de mango es uno de los principales miembros de la familia de Anacardiaceae, de acuerdo con Galán (1998) su clasificación taxonómica actual es: clase: Dicotyledoneae, subclase: Rosidae, orden: Sapindales, familia: Anacardiaceae, genero: *Mangifera*, especie: *indica*. Su punto exacto de origen es desconocido, pero se considera que probablemente es nativo de los bosques montañosos bajos del este de la India, Bangladesh y Myanmar en latitud norte comprendida entre los 16° y 28° (Santos *et al.* 2011).

En el Ecuador, existen unas 18.000 mil hectáreas sembradas de mangos, principalmente en la región litoral con 82.246 toneladas de producción, el fruto es jugoso y pulposo, su contenido nutricional posee magnesio y proteínas, hidratos de carbono. El mango ecuatoriano se cataloga por su alta calidad y buen sabor, se consume como fruta fresca o también para elaboración de mermeladas, jugos y confituras (Rendón 2022).

Además en nuestro país, el mango como fruta es de gran importancia comercial, su cultivo se encuentra localizado en la Provincia del Guayas, con un área cerca de unos 7700 ha registradas, las restantes cerca de 6500 están dedicadas a la exportación. Las demás se ofrecen a los mercados locales para la elaboración de jugos y consumo directo (Rendón 2022).

1.5.2. Importancia de las hormonas vegetales

La floración está controlada por señales ambientales (como la longitud de los días y la temperatura) y por factores endógenos (como el estado nutricional y ciertas hormonas). Cada uno de estos factores activa cascadas de señalización particulares que acaban convergiendo en ciertos genes clave que integran información de distinta naturaleza (Blázquez *et al.* 2011).

“Los estimuladores del crecimiento vegetativo y reproductivo aumentan la eficiencia en la utilización del agua y los fertilizantes, y disminuyen el efecto, en los períodos de estrés, por la falta de humedad y el ataque de plagas y enfermedades” (Eguiarte y González 2002).

Lograr una adecuada producción depende de una exitosa inducción y diferenciación floral, polinización y cuajado, bajo determinadas condiciones ambientales. Durante décadas se han desarrollado numerosos estudios para conocer el papel de cada fitohormona en los procesos fisiológicas de las plantas. Las fitohormonas son sustancias de gran importancia en la regulación de los procesos fisiológicos, y el control de la respuesta hormonal se lleva a cabo a través de cambios en la concentración y sensibilidad de los tejidos a las hormonas (Intagri 2022).

Las plantas dentro de su desarrollo requieren de reguladores hormonales, capaces de controlar toda la actividad metabólica en función de garantizar la homeostasis intracelular y extracelular. Cada fitohormona de acuerdo con su estructura química realiza diferentes interacciones para poder cumplir con sus funciones. Las principales fitohormonas utilizadas en el crecimiento vegetal son las auxinas, giberelinas, citoquininas, entre otras (Alcantara *et al.* 2019).

Las hormonas son un tipo de señal química, cuya función es coordinar la actividad celular, así como facilitar la comunicación intercelular y el crecimiento adecuado de la planta. Las fitohormonas cuentan con funciones ampliamente solapadas y por esto, la regulación hormonal que se produce durante el desarrollo de las plantas, se da como una interacción entre las distintas fitohormonas (Martínez 2018).

Las hormonas vegetales son moléculas sintetizadas por la planta que controlan la gran mayoría de los procesos fisiológicos y bioquímicos como lo son la división celular, el crecimiento, la diferenciación de los órganos aéreos y de las raíces. También, regulan la embriogénesis, la

germinación de las semillas, la floración, la formación del fruto, la caída de las hojas y la senescencia (Porta y Jiménez 2019).

Se ha demostrado la función de las principales fitohormonas (auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico y etileno), sobre los procesos fisiológicos en los vegetales. Las auxinas inducen la elongación y división celular, estimulando el crecimiento de tallos, hojas, frutos y raíces; además se relaciona con la dominancia apical, amarre de frutos, abscisión de órganos y el fenómeno de fototropismo (Intagri 2022).

Las células de la planta, responden mediante un mecanismo de acoplamiento estímulo-respuesta a las señales hormonales, el cual precisa de un receptor para reconocer a la hormona, así como la implicación de moléculas transmisoras de la señal que podrán inducir la activación de una respuesta específica, siguiendo la cadena de transducción de la señal hormonal (Martínez 2018).

Se conocen cinco grupos principales de hormonas vegetales o fitohormonas: las auxinas, las citocininas, las giberelinas, el etileno y el ácido abscísico; las cuales manifiestan interacciones con las plantas. Todas ellas actúan coordinadamente para regular el crecimiento en las diferentes partes de una planta. Otras sustancias que eventualmente pueden clasificarse como fitohormonas son: las poliaminas, los jasmonatos, el ácido salicílico, los brasinosteroides y la sistemina (Reyes 2013).

Los reguladores de crecimiento pueden ser clasificados según su estructura molecular, su actividad a nivel vegetal, sus efectos inhibitorios o estimulantes, entre otras clasificaciones. Algunas fitohormonas se clasifican en familias, por ejemplo, las auxinas, en donde encontramos varios compuestos con estructura y actividad similar. Por otra parte, reguladores como el etileno son sustancias específicas y no se conocen otras que cumplan una actividad similar. Ciertas funciones de las fitohormonas pueden ser observadas a nivel fenotípico (Alcántara *et al.*

2019).

“El uso de reguladores de crecimiento es una práctica común para inducir la formación de raíces adventicias en la propagación vegetativa por esquejes” (Juárez *et al.* 2020).

Las hormonas vegetales están involucradas a nivel vegetal en el desarrollo de tejidos cuyo crecimiento es constante, como lo pueden ser la elongación de raíces, hojas jóvenes, floración, entre otros procesos vegetales (Alcántara *et al.* 2019).

AUXINAS

Las auxinas son un tipo de fitohormonas especializadas en diferentes procesos a nivel vegetal. Los principales puntos de acción se encuentran a nivel celular, donde tienen la capacidad de dirigir e intervenir en los procesos de división, elongación y diferenciación celular (Alcántara *et al.* 2019).

Las auxinas participan en todos los procesos de desarrollo de los cultivos y, a nivel celular, intervienen en los procesos de división, elongación y diferenciación celular. Una de las principales características de esta fitohormona es que está distribuida diferencialmente entre células y tejidos; en algunos casos se acumula localmente en una célula o un grupo de células, en otros cambia su distribución entre células y finalmente también puede tener una distribución diferencial en los tejidos vegetales (Garay *et al.* 2014).

El efecto de la administración de auxinas a las plantas depende de la concentración. El proceso de enraizamiento consta de dos etapas: formación de primordios de raíz y crecimiento de raíces; ambas etapas requieren auxinas y sus necesidades dependen de la especie (Juárez *et al.* 2020).

Esta suele encontrarse muy bien distribuida en la mayoría de las células

y tejidos vegetales, por lo que puede interferir en procesos de diferenciación unicelular, pluricelular o incluso tener acción en los diferentes tejidos vegetales. Dadas las funciones que posee esta hormona es considerada como un tipo de morfógeno capaz de inducir la diferenciación celular de órganos como raíces, tallos y hojas, y así mismo, dar origen a ellos (Alcántara *et al.* 2019).

Los diferentes compuestos globalmente denominados auxinas, se caracterizan por su capacidad de provocar uno o varios fenómenos biológicos como son: inducir la elongación de tallos en bioensayos, promover la división celular en cultivos de callos en presencia de citocininas, y formar raíces adventicias en hojas y tallos cortados (Garay *et al.* 2014).

La aplicación de auxina en forma exógena induce el desarrollo floral en varias especies. Asimismo, auxina contribuye con el crecimiento normal de frutos. Sin embargo, la aplicación de auxina a estos frutos sin semillas es capaz de restaurar el desarrollo de frutos normales. Además auxina tendría un efecto positivo sobre la maduración de algunos frutos al promover de alguna manera la síntesis de etileno (Jordán y Casaretto 2006).

Dentro de las características más relevantes de las auxinas se encuentran su capacidad para inducir la formación y elongación de tallos a nivel vegetal, promover la división celular en cultivos de callos (conjunto de células no diferenciadas producidas por el exceso de auxina en el ambiente vegetal) en presencia de citoquininas y tener la capacidad de inducir la producción de diferentes raíces adventicias sobre los tejidos de hojas y tallos recién cortados (Alcántara *et al.* 2019).

CITOQUININAS

“Las citoquininas estimulan el crecimiento regulando la división celular en los tejidos, retardan la caída de la hoja y la senescencia de los vegetales; participan en el control de procesos de diferenciación como

formación de flores y de brotes vegetativos” (Intagri 2022).

“Además las citoquininas son un tipo de fitohormonas que tienen la capacidad de iniciar y sustentar la proliferación de tejidos madre cuando eran aplicadas sobre organismos vegetales en pequeñas cantidades” (Alcántara *et al.* 2019).

De las citocininas se reporta que durante el proceso de inducción floral en mango, los ápices de brotes que serán más productivos contienen una mayor concentración de esta hormona comparado con la tienen baja concentración (Intagri 2022).

Las citoquininas tienen la capacidad de estimular e inducir una alta proliferación y división celular, suelen inducir la iniciación y elongación de las raíces al igual que pueden activar la senescencia de las hojas, permitiendo estimular el desarrollo fotomorfogénico vegetal y jugar un rol importante en el aumento y generación de la producción de brotes a nivel vegetal (Alcántara *et al.* 2019).

GIBERELINAS

Las giberelinas (GA) regulan varios procesos durante el ciclo de vida de una planta que incluyen la germinación de la semilla, el crecimiento temprano de las plántulas, expansión de las hojas, la elongación del tallo, la orientación y la senescencia de las hojas, la floración, la formación de semillas y frutos (Porta y Jiménez 2019).

Las giberelinas promueven la elongación y división celular en los meristemas vegetales terminales, hojas y frutos; esta hormona cesa la dormancia de semillas, yemas y bulbos, participando en diversos procesos fisiológicos como geotropismo, formación de flor, expresión de sexo y amarre de fruta (Intagri 2022).

La aplicación de nitrato de potasio solo o en combinación con reguladores de crecimiento tiende a estimular en el mango la formación

de panículas. El ácido giberélico por el contrario, presenta un efecto antagónico y el crecimiento vegetativo puede reducirse con el uso de inhibidores la síntesis de giberelinas Miranda 2001).

Las giberelinas (GAs) forman parte de una familia amplia de diterpenos ácidos cuya función consiste en la regulación del desarrollo y crecimiento en las plantas superiores. Se descubrieron gracias al estudio de una enfermedad causada por el hongo *Gibberella fujikuroi* en el arroz por entre los años 20 y 30 del siglo pasado. En el año 1955, se consiguió aislar el compuesto que inducía el crecimiento del tallo a partir del filtrado que segregó el propio hongo y denominándose ácido giberélico (GA3) (Martínez 2018).

El ácido giberélico (GA3), por su parte, juega un rol importante en el alargamiento de los segmentos nodales ya que permite estimular la elongación celular en respuesta a las condiciones de luz y oscuridad. Adicionalmente, tiene una gran relevancia en los procesos de iniciación de la floración, por lo cual es sumamente vital para la fertilidad de las plantas masculinas y femeninas (Alcántara *et al.* 2019).

De forma equivalente, algunas hormonas influyen de manera decisiva en determinar el momento de floración a lo largo del ciclo vital de la planta. El efecto más llamativo sobre el control de la floración por una hormona lo protagonizan las giberelinas (Blázquez *et al.* 2011).

Las giberelinas están implicadas directamente en el control y promoción de la germinación de las semillas; el ácido giberélico (AG3) puede romper la latencia de las semillas y remplazar la necesidad de estímulos ambientales. Las giberelinas empiezan a acumularse rápidamente en los embriones después de 24 horas de imbibición. Estas hormonas estimulan la síntesis de enzimas hidrolíticas, principalmente α -amilasa, en la capa de aleurona (Vale 2018).

Esta fitohormona puede ser producida por diversos microorganismos

(*Pseudomonas* spp, *Bacillus* spp, *Lactobacillus* spp, *Penicillium* spp, *Trichoderma* spp, entre otros) cuando ocurren ciertas interacciones simbióticas o parasitarias (bacterias y hongos) y también, por plantas de manera endógena en los tejidos jóvenes (Alcántara *et al.* 2019).

La deficiencia en la síntesis de estas hormonas impide a las células vegetales expandirse, lo que resulta en un tamaño reducido de la planta. Pero, además, las plantas con una escasa síntesis o percepción de las giberelinas florecen más tarde en condiciones de día largo, e incluso no florecen en absoluto cuando el día es corto (Blázquez *et al.* 2011).

Se sabe que estas fitohormonas suelen producirse de manera abundante en la punta de la raíz y suelen transportarse principalmente por el xilema vegetal hacia las partes aéreas de la planta (hojas) (Alcántara *et al.* 2019).

Las giberelinas permitirían asegurar la floración en casos de ausencia de otros estímulos ambientales. Estas hormonas resultan aún más decisivas para algunas especies que habitan en los trópicos, para las que el paso de las estaciones no supone una señal instructiva (Blázquez *et al.* 2011).

1.5.3. Nitrato de Potasio

Se han probado exitosamente compuestos como el nitrato de potasio, nitrato de amonio, nitrato de calcio y algunos biorreguladores para incrementar el rendimiento y controlar la floración en el trópico. Al respecto se han reportado adelantos en la floración de 30 a 45 días, incremento en la producción, adelanto en la cosecha y atenuación de la alternancia productiva en mango 'Haden' por efecto del KNO_3 (Cárdenas y Rojas 2003).

El nitrato de potasio KNO_3 es efectivo para promover la floración del mango, cuando este es cultivado en climas adversos (Carranza 2018).

Los nitratos de calcio y potasio en aplicaciones únicas y triples no tuvieron ningún efecto sobre la brotación generativa del 'Tommy Atkins' pero el nitrato de potasio al 8% estimuló la emisión de brotes vegetativos, mixtos y totales (Cárdenas y Rojas 2003).

Estudios demuestran que el nitrato de potasio promovió la floración. La dosis al 9% aplicado el nitrato de potasio sobre la planta de mango produjo la mayor emisión de panículas por planta y flores por panículas, al igual que cuando se aplica tres veces. Los árboles que no se les aplicó el nitrato de potasio no emitieron flores durante el período de evaluación, lo que logró incrementar significativamente la producción del mango (Quijada 1999).

1.5.4. Inductores de floración

Algunas investigaciones reportan que la floración en mango está afectada por la biosíntesis de giberelina, donde una alta concentración de esta hormona inhibe la floración, y viceversa (Intagri 2022).

Los inductores florales están compuestos por fitohormonas, enzimas y microelementos en forma de proteínatos, destinados a potencializar las funciones vegetativas y reproductivas en las plantas, lo cual estimula la formación de las hormonas naturales de crecimiento, floración y fructificación (Eguiarte y González 2002).

El manejo de la floración es indudablemente la actividad más deseada por los cultivadores de mango. Las prácticas agronómicas del cultivo, como lo son la poda, fertilización y riego deben ser orientadas a tener una respuesta en la obtención de una cosecha temprana, la cual trae el beneficio de un precio más alto, así también, cosechar en épocas de baja incidencia de plagas y enfermedades, con lo que se disminuyen los costos de producción (Ordoñez y Jara 2019).

El uso de sustancias inductoras de la floración que se pueden aplicar a los cultivares que son afectados por la biosíntesis de la giberelina, por lo tanto entre los reguladores de crecimiento utilizados, se han ensayado productos capaces de inducir la floración en mango, con el objetivo de reducir la alternancia, adelantar o ampliar el período de cosecha y aún para acortar la juvenilidad del mango (Miranda 2001).

En especies perennes, la aplicación foliar de inductores e inhibidores florales pretende anticipar o retrasar el proceso de floración, respectivamente, bajo determinadas condiciones de cultivo (Rodríguez, 1989; Chaikiattiyos *et al.* 1994, citado por Unigarro 2019).

El efecto del ácido giberélico sobre la iniciación floral del mango depende también de las condiciones inductivas de floración. Parece ser que el AG₃ retrasa la iniciación de primordios florales (prolonga el reposo) en yemas que se desarrollan bajo condiciones que promueven floración (Pérez *et al.* 2008).

El efecto de los inductores florales depende de la especie, la condición del suelo en cuanto a humedad, contenido de materia orgánica y pH, además de otros factores como la radiación solar, el fotoperíodo y las variaciones de temperatura, y es indispensable una buena condición del lote productor de semilla (Eguiarte y González 2002).

Para que la yema se active después de un período de reposo, ya sea para obtener un nuevo flujo vegetativo o para generar un brote reproductivo, se deben dar dos procesos: iniciación e inducción, que en el mango se presentan de manera secuencial. El primero se refiere al reinicio en la actividad celular de la yema, y el segundo a la condición temporal de la yema para generar un tipo particular del brote vía diferenciación y morfogénesis celular, de células en división celular. La floración solo sucede si la yema receptora que está en estado dormante se vuelve activa, es decir, si se da el proceso de iniciación (García 2010).

“El uso de inductores florales como ácido giberélico (GA3) y/o nitrato de potasio (KNO3) durante el proceso de inducción de nudos no repercutió significativamente en la cantidad de botones florales o en la distribución de la floración respecto al testigo” (Unigarro 2019).

El cambio fisiológico que se produce en determinado momento en una yema, y que condiciona su evolución de yema a flor, se denomina inducción floral. Tras un corto período de tiempo, este cambio fisiológico es seguido por una diferenciación morfológica, que conduce a la aparición de primordios florales; este cambio morfológico se denomina diferenciación floral (Ordoñez y Jara 2019).

La floración del mango está determinada, al igual que otros procesos fisiológicos por el genotipo de la planta. Sin embargo, el genotipo está influenciado por condiciones ambientales específicas, que proveen la diferenciación floral, las condiciones más importantes en el subtrópico son temperatura e iluminación, mientras que en el trópico el factor principal es el agua y la temperatura. En cada caso hay una detención o disminución de las actividades celulares, las cuales al tener condiciones adecuadas, se reactivan habiendo inducción floral (Álvarez *et al.* 2018).

La inducción floral en el cultivo de mango ha sido de alta relevancia últimamente al punto que se han hecho investigaciones en campo, aparte de aplicarles indicadores de inducción hay otra forma de método como es el caso de la poda, esto debe estar conjuntamente agarrado a la mejor época del cultivo para realizar esta labor (Rendón 2022).

La inducción está regulada por diferentes señales, principalmente ambientales, que afectan la relación o balance entre sustancias inhibitoras (en hojas jóvenes) y sustancias promotoras (en hojas maduras) que pueden favorecer el desarrollo vegetativo o reproductivo del brote terminal, según predomine una de ellas (García 2010).

En mango, la inducción floral es estimulada por temperaturas bajas en

condiciones subtropicales (15/10 °C de día/noche), pero en condiciones tropicales se ha reportado que la edad del brote es el factor dominante por la ausencia de bajas temperaturas (Pérez *et al.* 2018).

En relación a la inducción floral en la especie *M. indica*, la iniciación del crecimiento de los ápices (tallos en dormancia), es el primer evento que debe ocurrir para inducir dicho fenómeno, en donde las líneas continuas indican efecto promotor, mientras que, líneas punteadas indican efecto represor, líneas sin cabeza de flecha indican efecto sin ser determinado con certeza (Santos *et al.* 2011).

El destino último del brote será vegetativo, si predominan los niveles del promotor vegetativo (giberilinas); reproductivo, si por la edad y madurez los contenidos son menores y mixto, si las condiciones ambientales varían dentro del período de iniciación, afectando la proporción del promotor vegetativo y del promotor floral (García 2010).

La iniciación floral (IF) en mango se caracteriza por un ligero alargamiento del eje principal y formación de protuberancias meristemáticas en las axilas de los primordios foliares, mientras que en la diferenciación floral (DF) hay alargamiento de los ejes terciarios de la inflorescencia y la formación y desarrollo de meristemas reproductivos (Pérez *et al.* 2018).

El primer síntoma de inducción corresponde a un aplanamiento del ápice meristemático, al cual le sigue una fase que se caracteriza por la aparición de los primordios de sépalos, período en el que el ápice adquiere una forma convexa. Las etapas posteriores del proceso morfogénico son la diferenciación de los últimos primordios de pétalos, estambres y por último el carpelo (García 2010).

Este involucra la división y elongación de células en dormancia del primordio de las hojas, meristemas axilares o ambos, y posteriormente del meristemo apical (Santos *et al.* 2011).

La respuesta de las yemas apicales de mango a la aplicación exógena de giberelinas está influenciada por el estado de desarrollo de la yema, dosis y la época de aplicación. En mango 'Dashedari', la aplicación de AG₃ (10⁻¹ y 10⁻² mg·litro⁻¹) a yemas apicales antes de la iniciación floral estimuló el crecimiento vegetativo en 75% de los brotes tratados; sin embargo, una vez que la yema estaba determinada a la floración, la aplicación no inhibió la floración (Pérez *et al.* 2008).

La inducción floral pareciera requerir de cierta madurez de la planta, madurez que está relacionada con el equilibrio endógeno que se presenta cuando el árbol alcanza un estadio en el cual hay un balance a favor entre promotores de crecimiento o inhibidores de la floración (auxinas y giberilinas) y promotores de la floración (citoquininas), además de un factor de floración desconocido (García 2010).

Altas concentraciones de AG₃ (200 mg/litro⁻¹) aplicadas a yemas de mango en reposo estimuló el crecimiento vegetativo tardío; sin embargo, las bajas concentraciones (25 y 50 mg/litro⁻¹) provocaron una brotación más temprana y producción de crecimiento reproductivo (Pérez *et al.* 2008).

Las auxinas, al igual que las giberilinas, son '*inhibidoras de la floración*' y las citoquininas son '*promotoras de la floración*'. El balance de ambas hormonas vegetales puede, de forma interactiva, estar involucrado en el proceso de rompimiento de la dormancia de los brotes; entretanto, la iniciación de los brotes puede estar regulada por un balance crítico entre estas y una tercera fitohormona (giberilina AG₃). Durante los períodos de dormancia la disponibilidad de auxina foliar disminuye con la edad de la rama y los niveles de citoquinina se incrementan con el tiempo (García 2010).

Las altas concentraciones de AG₃ (> 250 mg/litro⁻¹) causaron un retraso en la iniciación floral, pero no inhibió la inducción a floración en yemas axilares de mango, cuando se tuvieron temperaturas inductivas (15 °C)

en el momento de la iniciación (Pérez et al. 2008).

El ácido giberélico asperjado al follaje en una sola aplicación (10, 50 y 250 mg/litro⁻¹), no inhibe la floración de mango cuando éstos crecieron bajo temperaturas entre 15 y 18 °C durante el día, solamente la retrasó; por el contrario, en condiciones de temperaturas > 20 °C el AG₃ inhibió la floración (Pérez et al. 2008).

1.6. Hipótesis

Ho= no es importante la aplicación de inductores para la floración en el cultivo de Mango (*Mangifera indica L.*).

Ha= es importante la aplicación de inductores para la floración en el cultivo de Mango (*Mangifera indica L.*).

1.7. Metodología de la investigación

Para la elaboración del documento se recopiló información de textos actualizados, revistas, bibliotecas virtuales y artículos científicos que contribuyeron al desarrollo del presente documento que sirvió como componente práctico del trabajo de titulación.

La información obtenida fue resumida y analizada a fin de obtener información relevante sobre los inductores para la floración en el cultivo de Mango (*Mangifera indica L.*)

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

En el presente documento se hizo referencia a la información sobre los inductores para la floración en el cultivo de Mango (*Mangifera indica L.*).

La inducción floral es un proceso mediante el cual en las primeras semanas después de la floración se produce un cambio fisiológico, donde evolucionan las yemas vegetativas a yemas florales.

2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)

Existe escasa información relevante sobre inductores florales en mango; en el Ecuador hay pocos estudios.

El mango es uno de los frutales más apetecidos en las zonas tropicales, donde es necesario buscar alternativas que incrementen los rendimientos, ya que existen varios factores que la inhiben como cuajamiento, bajo amarre de los frutos, etc.

Existen en el mercado varios productos que promueven la inducción floral, como hormonas vegetales (auxinas, citoquininas y giberelinas), así como el nitrato de potasio que ayudan a promover la floración.

Las condiciones ambientales son aquellas que regulan las sustancias inhibitoras existentes en el cultivo de mango.

2.3. Soluciones planteadas

Promover el uso de inductores florales en el cultivo de mango.

Capacitar a los agricultores para incrementar los rendimientos por unidad de superficie.

Incentivar a los profesionales a realizar investigaciones en el cultivo de mango, a fin de obtener respuesta a ciertas problemáticas que presenta el cultivo.

2.4. Conclusiones

Los bioestimulantes o inductores para la floración en los cultivos están compuestos por hormonas vegetales, indispensables para el desarrollo de los cultivos, los cuales deben ser utilizados durante las primeras semanas que se produzca la floración, debido al impulso que se debe dar a la plantaciones de mango para que la planta cree sus flores.

Las giberelinas son consideradas como el componente principal para la inducción floral en el cultivo de mango.

Entre los beneficios de los inductores florales se destaca que estimulan el crecimiento vegetativo, fortalecen las yemas florales y fortalece la reproducción, mejorando la viabilidad del polen y el cuajado de frutos.

2.5. Recomendaciones

Efectuar ensayos de campo con productos inductores florales en el cultivo de mango en Ecuador.

Aplicar productos con giberelina debido a que promueven la floración en el cultivo de mango.

Capacitar a los agricultores que posean plantaciones de mango para que incrementen su producción mediante el uso de inductores de floración.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara-Cortes, Johan Steven, Acero Godoy, Jovanna, Alcantara Cortés, Jonathan David, y Sánchez Mora, Ruth Melida. 2019. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, 17 (32), 109-129. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702019000200109&lng=en&tlng=es.
- Álvarez González, R., Gómez Barros, G., Rebolledo Podleski, N. 2018. Evaluación de dos sustancias inductoras de floración en mango CV azúcar, en dos localidades del departamento del Magdalena. Disponible en https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/21249/41301_27390.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arellan Mayta, E. 2019. Efecto de inductores de floración en el rendimiento de palto (*Persea americana* Mill.).
- Blázquez, M. A., Piñeiro, M., Valverde, F. 2011. Bases moleculares de la floración. *Investigación y Ciencia*, mayo, 28-36. Disponible en <http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/genetica/wp-content/uploads/sites/12/2016/11/Basesmolecularesfloracion2011.pdf>
- Cárdenas, Katuska, Rojas, Eybar. 2003. Efecto del paclobutrazol y los nitratos de potasio y calcio sobre el desarrollo del mango 'tommy atkins'. *Bioagro*, 15(2), 83-90. Recuperado en 23 de septiembre de 2022, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612003000200002&lng=es&tlng=es.
- Carranza Paredes, W. Z. 2018. Efecto comparativo del sulfato de Potasio, Paclobutrazol, Nitrato de Potasio, Nitrato de Amonio y Ethrel en la inducción floral de mago Var. Kent en San Rafael-Casma.
- Chiguachi, J. A. M., Fajardo, A. G., Esquivel, J. S., González, D. M., Prieto, Á. G., Rincón, D. 2020. Manejo integrado del cultivo de mango *Mangifera indica* L. *Ciencias Agropecuarias*, 6(1), 51-78.
- Eguiarte, J. A., González, A. 2002. Utilización de inductores de la floración en la producción de semillas de buffel biloela en el trópico seco. *Pastos y*

- Forrajes*, 25(4). Disponible en <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=854&path%5B%5D=356>
- Garay-Arroyo, A., De la Paz Sánchez, M., García-Ponce, B., Álvarez-Buylla, E. R., Gutiérrez, C. 2014. La homeostasis de las auxinas y su importancia en el desarrollo de *Arabidopsis thaliana*. *Revista de educación bioquímica*, 33(1), 13-22. Disponible en <https://www.medigraphic.com/pdfs/revedubio/reb-2014/reb141c.pdf>
- García Lozano, J. 2010. Fenología del cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) en el Alto y Bajo Magdalena: bases conceptuales para su manipulación. Colombia. Corpoica. 2011. 3-15 p.
- Guerrero, G. 2018. La producción del mango ecuatoriano. Disponible en https://perspectiva.ide.edu.ec/investiga/wp-content/uploads/2018/06/Perspectiva-Junio-2018_1-P.pdf.
- INEC. 2022. Censo nacional Agropecuario. Disponible en <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>
- Intagri. 2022. Bioestimulación de la Floración en Cultivos Hortofrutícolas. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulacion-de-la-floracion-en-cultivo-hortofruticolas>
- Jordán, M., Casaretto, J. 2006. Hormonas y reguladores del crecimiento: auxinas, giberelinas y citocininas. *Squeo, F, A., & Cardemil, L.(eds.). Fisiología Vegetal*, 1-28. Disponible en <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31848275/Auxinasgiberelinasycitocininas-with-cover-page-v2.pdf?>
- Juárez-Rosete, Cecilia Rocío, Aguilar-Castillo, Juan Apolinar, Bugarín-Montoya, Rubén, Aburto-González, Circe Aidín, Alejo-Santiago, Gelacio. 2020. Medios de enraizamiento y aplicación de auxinas en la producción de plántulas de fresa. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21 (1), 71-83. Epub 30 de diciembre de 2019. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num1_art:1319
- Martich Sosa, D. 2018. Inducción floral en el cultivo de mango. Instituto dominicano de investigaciones agropecuarias y forestales. Rep. Dominicana. Pág. 3-4
- Martínez Callejón, A. 2018. Implicaciones de las hormonas vegetales en

- respuesta al estrés abiótico. Disponible en https://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/8659/1/TFG_Martinez_Callejon_Ana.pdf
- Miranda, D. 2001. Evaluación de inductores de la floración en tres cultivares de mango (*Mangifera Indica* L.). *Agronomía Colombiana*, 18(1-3), 25-30. Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/21693/22679>
- Moya Mantilla, K. S., Reyes Cadenillas, R. J. 2019. Efecto de tres citoquininas en el calibre del fruto del mango (*mangifera indica*)–la carbonera–2019. Disponible en <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3612/51143.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ordoñez Collantes, H. Y., Jara Alvarado, J. C. 2019. Evaluación de dos reguladores de crecimiento para incrementar la floración, cuajado y rendimiento del cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) Var. Kent en la campaña 2017-2018, distrito Olmos-región Lambayeque. Disponible en https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/4293/Ordo%C3%B1ez_Collantes_Heberth_Yair_y_Jara_Alvarado_Juan_Carlos.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Pérez-Barraza, M. H., Vázquez-Valdivia, V., Osuna-García, J. A. 2008. Uso de giberelinas para modificar crecimiento vegetativo y floración en mango 'Tommy Atkins' y 'Ataulfo'. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 14(2), 169-175. Recuperado en 23 de septiembre de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2008000200010&lng=es&tlng=es.
- Pérez-Barraza, Ma. Hilda, Avitia-García, Edilberto, Cano-Medrano, Raquel, Gutiérrez-Espinosa, Ma. Alejandra, Osuna-Enciso, Tomás, Pérez-Luna, Adriana Isabel. 2018. Temperatura e inhibidores de giberelinas en el proceso de floración del mango 'Ataulfo'. *Revista fitotecnia mexicana*, 41(4a), 543-549. Epub 15 de noviembre de 2019. Recuperado en 23 de septiembre de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802018000500543&lng=es&tlng=es
- Porta, H., Jiménez-Nopala, G. 2019. Papel de las hormonas vegetales en la

- regulación de la autofagia en plantas. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 22. Disponible en https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-888X2019000100201
- Quijada, O. 1999. Efecto de la aplicación de tres dosis de nitrato de potasio y el número de aplicaciones sobre la floración del mango Haden en la planicie de Maracaibo. *Revista Facultad Agronomía*, 16(4), 414-424. Disponible en https://www.revfacagronluz.org.ve/v16_4/v164z002.html
- Rendón Pérez, R. 2022. Efecto de los amoniácidos post inducción floral en el cultivo de mango (*Mangifera indica*), Milagro, Guayas. Universidad Agraria del Ecuador). Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/RENDON%20PEREZ%20RAQUEL%20MARIELA.pdf>
- Reyes Mérida, A. U. 2013. Síntesis de Hormonas Vegetales. Disponible en <http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/3118/MDRPIBQ2013034.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Santos-Villalobos, Sergio de los, Folter, Stefan de, Délano-Frier, John Paul, Gómez-Lim, Miguel Ángel, Guzmán-Ortiz, Doralinda Asunción, Sánchez-García, Prometeo, Peña-Cabriales, Juan José. 2011. Puntos críticos en el manejo integral de mango: floración, antracnosis y residuos industriales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(2), 221-234. Recuperado en 23 de septiembre de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342011000200004&lng=es&tlng=es.
- Unigarro, C., Díaz, L., Trejos, J. 2019. Efecto de dos inductores florales sobre la floración y producción de café. *Revista Cenicafé*, 70(2), 19-29. Disponible en <https://publicaciones.cenicafe.org/index.php/cenicafe/article/view/55/39>
- Vale-Montilla, C. 2018. Efecto de hormonas vegetales en la germinación de semillas de sombrero (*Clitoria fairchildiana* RA Howard). Disponible en <http://bdigital2.ula.ve:8080/xmlui/bitstream/handle/654321/3931/3%20EFECTO%20DE%20LAS%20HORMONAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>