

UNIVERSIDAD DE CIEGO DE ÁVILA
“MÁXIMO GÓMEZ BÁEZ”
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**Trabajo de Diploma presentado en opción
al Título de Ingeniero Agrónomo**



Manejo de la inducción floral y cuajado de los frutos para
el incremento de la calidad y producción
del mango (*Mangifera indica* L.).

Autor: Raúl Cruz Prieto.

Tutor: Dr.C. Romelio Rodríguez Sánchez

Asesores: MSc. Gustavo Yasser Lorente González

Ing. Alfonso Alonso Cárdenas

Ciego de Ávila, 2019

UNIVERSIDAD DE CIEGO DE ÁVILA
“MÁXIMO GÓMEZ BÁEZ”
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**Trabajo de Diploma presentado en opción
al Título de Ingeniero Agrónomo**



Manejo de la inducción floral y cuajado de los frutos para
el incremento de la calidad y producción
del mango (*Mangifera indica* L.).

Autor: Raúl Cruz Prieto.

Tutor: Dr.C. Romelio Rodríguez Sánchez

Asesores: MSc. Gustavo Yasser Lorente González

Ing. Alfonso Alonso Cárdenas

Ciego de Ávila, 2019

Pensamiento



“El futuro de nuestra patria tiene que ser necesariamente un futuro de ciencias, tiene que ser futuro de hombres de pensamientos; porque precisamente es lo que más estamos sembrando, lo que estamos sembrando son oportunidades a la inteligencia, ya que una parte considerable de nuestro pueblo no tenía acceso a la cultura ni a las ciencias”

Fidel Castro Ruz

A stylized, handwritten signature of Fidel Castro Ruz in black ink.

Dedicatoria

A mis padres Idalia y Raúl y mi hermana Roxana por todo el amor, el cariño y la cooperación que me han brindado en la realización de este trabajo, basada en el afecto y los buenos valores para que pudiera cumplir con mis sueños de ser un profesional, lo que también los hace merecedores del logro de este trabajo.

Agradecimientos

A mis padres y a mi hermana por ser la razón de ser de todos mis esfuerzos.

A mis tutores por su ayuda incondicional, dedicación y comprensión en la realización de este trabajo.

Al Centro de Bioplantas por ser el lugar que me acogió para el desarrollo de mi investigación.

A Dianné y Alfonso por ser con quienes inicie este trabajo y me brindaron todo el apoyo y la ayuda necesaria en todo momento.

A todos mis compañeros de aula quienes durante estos cinco largos e inolvidables años de estudio de una forma u otra contribuyeron a convertirme en la persona que soy hoy.

A todos los profesores que han posibilitado mi formación como futuro Ingeniero de las Ciencias Agropecuarias y me enseñaron profesionalismo y ética de trabajo.

Mi sincero agradecimiento, a Fidel, Raúl y a La Revolución Cubana, por darme la oportunidad de completar mi sueño y la posibilidad de formarme como profesional y ser más útil a mi país.

A todos mis amigos que se preocuparon y me brindaron su ayuda cuando más la necesitaba.

A todas aquellas personas que de una forma u otra han contribuido a mi formación tanto humana como profesional y han hecho posible la realización de este trabajo.

A los que tuvieron en sus manos un medio tangible de ayudarme y nunca lo hicieron, porque contribuyeron a confirmarme de cuánto soy capaz de esforzarme por lograr un sueño.

A todos, mi más sincero agradecimiento.

Resumen.

La presente investigación se realizó en la "UEB" Frutales del Municipio Venezuela, perteneciente a la Empresa Agroindustrial Ceballos, durante el período comprendido de septiembre de 2016 hasta junio de 2017. Durante el experimento se muestrearon plantas de mango (*Mangifera indica* L.) con el objetivo de evaluar el manejo de la inducción floral y cuajado del fruto para el incremento de la calidad y producción del mismo. La variedad empleada fue Súper Haden con 8 años de edad. Se seleccionaron plantas de tamaño uniforme (altura, diámetro de copa y número de brotes) las cuales se dividieron en tres tratamientos experimentales de 10 plantas con tres repeticiones bajo un diseño experimental en Franjas. En la investigación se realizaron un total de 4 experimentos, en los que se evaluaron: variables morfológicas; potencial hídrico de las hojas; inducción floral; efecto del ácido giberélico (AG_3) en el cuajado de las flores; y aplicación de sulfato de potasio (K_2SO_4) en la calidad del fruto. Los resultados muestran que un déficit hídrico combinado con la aplicación de nitrato de amonio (KNO_3) induce floración en plantas de mango. Que el empleo del paclobutrazol (retardante del crecimiento) incrementa la formación de panículas florales y si se aplica foliarmente ácido giberélico (AG_3) a razón de 3 mg L^{-1} se incrementa el cuajado de los frutos. También se evidencia que la aplicación en el fertiriego de Sulfato de potasio soluble (K_2SO_4) mejora la calidad organoléptica de los frutos de mango.

Abstract.

The present investigation was carried out in the "UEB" Frutales County Venezuela, belonging to the Agroindustrial Ceballos Company, during the period from September 2016 to June 2017. During the experiment, mango plants (*Mangifera indica* L.) were sampled with the objective of evaluating the management of floral induction and fruit setting for the increase of the quality and production of the same. The variety used was Super Haden with 8 years of age. Plants of uniform size (height, crown diameter and number of shoots) were selected, which were divided into three experimental treatments of 10 plants with three replications under an experimental design in Strips. In the investigation a total of four experiments were carried out, in which were evaluated: morphological variables; water potential of the leaves; floral induction; effect of gibberellic acid (AG₃) on flower setting; and application of potassium sulfate (K₂SO₄) in the quality of the fruit. The results show that a water deficit combined with the application of ammonium nitrate (KNO₃) induces flowering in mango plants. That the use of paclobutrazol (growth retardant) increases the formation of floral panicles and if gibberellic acid (AG₃) is applied at the rate of 3 mg L⁻¹, fruit set is increased. It is also evident that the application in the fertigation of soluble potassium sulphate (K₂SO₄) improves the organoleptic quality of mango fruits.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 El cultivo del mango	5
2.1.1 Importancia Económica en el mundo	5
2.1.2 Importancia en Cuba	6
2.2 Taxonomía y Botánica:	7
2.2.1 Características agronómicas:	8
2.2.2 Cultivares más importantes	9
2.2.3 Propiedades del mango	11
2.2.4 Beneficios del mango	11
2.2.5 Otros usos	12
2.3 Ciclo fenológico del mango	12
2.3.1 Crecimiento y desarrollo de brotes	13
2.4. Requerimientos edafo-climáticos.....	13
2.4.1 Suelo.....	13
2.4.2 Necesidades hídricas.....	14
2.4.3 Temperaturas.....	15
2.5 Manejo agrotécnico de la floración	16
2.5.1 Inducción de la floración	16
2.5.2 Reguladores de crecimiento y aplicación nitrogenada.....	17
3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.0 Condiciones generales de experimentación.....	21

3.1 Determinación del potencial hídrico de las hojas y la aplicación de nitrato de potasio (KNO ₃) en plantas de mango (<i>Mangifera indica</i> L).	22
3.2 Determinación del efecto del paclobutrazol y su combinación con nitrato de potasio en la inducción floral en plantas de mango (<i>Mangifera indica</i> L).	22
3.3 Determinación del efecto del ácido giberélico (AG ₃) en el cuajado de las flores en las plantaciones de mango (<i>Mangifera indica</i> L).	23
3.4 Efecto de la aplicación de sulfato de potasio (K ₂ SO ₄) soluble sobre la calidad de los frutos de mango (<i>Mangifera indica</i> L).	23
3.4.1 Determinación de los análisis bromatológicos de los frutos.	24
3.5 Tratamientos estadísticos de los resultados.	25
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	26
4.1 Efecto del potencial hídrico de las hojas y la aplicación de nitrato de potasio (KNO ₃) en plantas de mango (<i>Mangifera indica</i> L).	26
4.2. Determinación del efecto del paclobutrazol y su combinación con nitrato de potasio en la inducción floral en plantas de mango.	31
4.3 Efecto de la aplicación foliar de ácido giberélico (AG ₃) en el cuajado de los frutos en las plantaciones de mango (<i>Mangifera indica</i> L).	35
4.4 Efecto de la aplicación de sulfato de potasio soluble sobre la calidad de los frutos de mango.	37
CONCLUSIONES	41
RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	43

1. INTRODUCCIÓN

Los frutales ocupan alrededor del 8.8% de la producción agrícola mundial. Dentro de ellos, el mango (*Mangifera indica* L.) ha pasado a ser uno de los más importantes, ya que es una fruta tropical muy popular en todo el planeta debido a su alto valor nutricional, llegando a ocupar el segundo lugar en la producción mundial de frutas y es cultivado tanto en el trópico como en el subtrópico. Se cultiva en más de 80 países de los cinco continentes, destacándose el asiático y el americano, donde se ubican la mayoría de los países productores más importantes del mundo, tanto en superficie como en producción (FAOSTAT, 2016).

La producción mundial representa alrededor de 20 millones de toneladas, siendo la India el principal productor, con más de 10 millones de toneladas (58%), seguido de México con 1.5 millones (6.5%) y Pakistán con 800 mil (5.5%). Otros países de segunda importancia en producción son China, Brasil, Filipinas, Perú y Costa de Marfil, entre otros. En tercera línea, produciendo entre las 50 mil y 100 mil toneladas, figuran Colombia, Ecuador y Cuba (Naranjo, 2016).

En la actualidad, en la Empresa Agroindustrial Ceballos el crecimiento de las áreas de mango de distintas variedades continúa en incremento, mediante un programa que abarca al sector estatal y el cooperativo-campesino. Esta Empresa logró alcanzar el plan trazado para el 2018 de 14 a 20 mil hectáreas de frutales. Gran parte de este desarrollo se centra en la producción de mango Súper Haden con unas 3 500 hectáreas para este mismo año. No obstante, a este importante incremento, aún no se satisface la demanda de consumo de la población, el turismo y la necesidad de exportación que necesita el país. Se reconoce que esta variedad se encuentra bien adaptada a las condiciones tropicales de Cuba, es resistente, tiene un potente sistema radicular con gran poder de absorción de fertilizantes y está distribuida en los suelos más variados del país.

Sin embargo, el rendimiento del mango en Cuba es bajo ($7-8 \text{ t/ha}^{-1}$) lo cual afecta la capacidad competitiva de los productores en el mercado nacional e internacional. La floración de casi todos los cultivares ocurren desde finales de diciembre hasta mediados de marzo dependiendo del cultivar y de las condiciones ambientales, ocasionando una producción estacional limitada con incidencia negativa sobre el precio y la

comercialización. Estos bajos rendimientos en el trópico han sido atribuidos a la poca consistencia de la inducción floral, situación que se agrava en algunos cultivares que presentan una producción alternante (Delgado *et al.*, 2015).

La mayoría de los países productores de mango están tratando de concentrar sus cosechas en las épocas más apropiadas, tomando como base el mercado y el clima; para ello también el uso combinado de paclobutrazol y nitratos, bajo condiciones apropiadas de clima y nutrición, son factores decisivos para alcanzar este objetivo (Burondkar *et al.*, 2016).

La floración del mango es un proceso hormonal que depende de la proporción que existe entre el promotor vegetativo, que no es más que la giberelina y el promotor floral. El promotor floral es una sustancia que se sintetiza en las hojas maduras y se transporta vía floema hacia las yemas. Los factores ambientales promueven los cambios hormonales, ya sea estimulando o inhibiendo el crecimiento vegetativo o reproductivo de las plantas, entre los que más se destacan se encuentran la temperatura y la precipitación. Altas temperaturas y lluvias estimulan el incremento endógeno de giberelinas y como consecuencia promueve el crecimiento vegetativo; mientras que bajas temperaturas y déficit hídrico disminuye el contenido de estas hormonas estimulando la diferenciación floral (Coelho *et al.*, 2014).

El paclobutrazol (PBZ) es un regulador de crecimiento que inhibe la síntesis de giberelinas, permitiendo que los brotes tomen la madurez necesaria para producir el estímulo floral. Este producto es utilizado principalmente en los países tropicales debido a que las temperaturas no descienden los valores necesarios y por tanto al tener brotes de diferentes edades no existe una sincronización de la floración. El PBZ debe aplicarse de uno a dos meses después de realizada una poda de ramas para garantizar que las hojas hayan alcanzado su tamaño adulto, a una dosis de 1 a 1,5 gramos de ingrediente activo por metro de diámetro de la copa. Se necesita al menos 90 días para que se logre el efecto en los árboles dependiendo del cultivar (Burondkar *et al.*, 2016).

Por otra parte, las sales de nitrato aplicadas al follaje estimulan la iniciación de los brotes. Se han probado exitosamente compuestos como el nitrato de potasio (KNO_3) para incrementar el rendimiento y controlar la floración en el trópico, pero son efectivos si su aplicación coincide con los procesos de inducción floral, debido a que es una sustancia

iniciadora del brote y no inductora. Por tanto, si la brotación de la yema coincide con las condiciones inductoras ocurre la floración, pero si éstas no están presentes emergen sólo brotes vegetativos (Ramírez *et al.*, 2010).

La fertilización se encuentra entre los rubros más costosos del manejo de un cultivo, y es también la práctica cultural que requiere más conocimientos técnicos sobre el comportamiento del suelo y de las plantas. Un programa eficiente de fertilización conduce hacia el consumo más económico del fertilizante, sin llegar a excesos ni a deficiencias (Razek *et al.*, 2013).

En el manejo del cultivo del mango, la fertilización constituye una de las prácticas más eficientes para asegurar a la planta la posibilidad de expresar su máximo potencial genético de producir frutos abundantes y de excelente calidad para la exportación. La aplicación de potasio mejora la calidad de los frutos, en particular el color de la cáscara y aroma, ayuda en condiciones de estrés, tales como sequía, frío, salinidad y ataque de plagas y enfermedades.

En la Unidad Empresarial de Base (UEB) producción de frutales de esta Empresa se cuenta con un instructivo técnico para la producción del mango. Sin embargo, existen serios problemas debido a las cambiantes condiciones edafoclimáticas del territorio, las que cada día son más adversas y de cierta forma inciden negativamente en la sincronización de las distintas inducciones florales que se presentan y en la calidad organoléptica de los frutos.

Problema: La poca uniformidad en la floración del mango (*Mangifera indica* L.) hace que se afecte la calidad de sus frutos, así como los momentos de cosecha.

Hipótesis: Con las aplicaciones de paclobutrazol, nitrato de potasio y ácido giberélico se logrará una mayor sincronización de la floración y cuajado de los frutos en plantas de mango (*Mangifera indica* L.), además de una mejor calidad de sus frutos con la aplicación de sulfato de potasio soluble.

Objetivos General: Determinar el efecto de la aplicación de déficit hídrico, paclobutrazol (PBZ) y nitrato de potasio (KNO_3) en la inducción floral, así como, aplicación de ácido giberélico (AG_3) y del fertilizante sulfato de potasio (K_2SO_4) en el cuajado y calidad de los frutos de mango (*Mangifera indica* L.).

Objetivos específicos:

1. Evaluar el efecto de la aplicación de déficit hídrico, paclobutrazol, nitrato de potasio y ácido giberélico en la inducción floral y cuajado del mango (*Mangifera indica* L.).
2. Evaluar el efecto de la aplicación de sulfato de potasio (K_2SO_4) en la calidad de los frutos de mango (*Mangifera indica* L.).

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 El cultivo del mango

El mango (*Mangifera indica* L.) es un fruto tropical, originario de la región india-Birmania-Malasia como lo menciona Lucero-Jara (2011), con una antigüedad de aproximadamente 4000 años. Pertenece a la familia de las *Anacardiaceae* donde aparecen otros géneros como *Anacardium* (Marañón), *Pistacia* (Pistache), *Spondia* (Ciruela tropical) y la hiedra venenosa (*Rhus toxicodendron*). Con el descubrimiento de las rutas comerciales marítimas entre Europa y Asia, fueron los portugueses y españoles quienes la introdujeron en América (Galán, 1999). Su cultivo se expandió rápidamente en los países vecinos y de forma intensiva en el sudeste asiático a partir de los siglos IV o V, además de extenderse a los países tropicales y subtropicales de todo el mundo ocupando el quinto lugar en la producción mundial de frutas (FAOSTAT, 2016).

Según Corrales-Bernal *et al.*, (2014) sus frutos son importantes no solo por su contenido de energía en forma de carbohidratos, proteínas y grasas, sino también por sus minerales y vitaminas esenciales, destacándose su contenido en vitamina A y C. Además, pueden constituir una buena fuente de ingreso por su alta demanda como fruta fresca y materia prima fundamental para la industria alimenticia, en la elaboración de compotas, néctares, jaleas, pastas, tajadas, y con destino a la exportación en todas sus formas.

2.1.1 Importancia Económica en el mundo

El mango es reconocido en todo el mundo por ser una fruta con muchas cualidades nutricionales, rica en minerales, fibras, así como vitaminas y provitaminas. Llamado también “melocotón de los trópicos”, este fruto es uno de los principales frutos considerados exóticos, que se comercializan en todo el mundo, valorado por su sabor dulce, refrescante y aromático (Corrales-Bernal *et al.*, 2014).

Existen alrededor de 160 variedades de mangos en el mundo, cultivados en más de 90 países, las variedades Keitt, Ken y Tommy Atkins son las más conocidas y demandadas por los principales mercados consumidores de este fruto, como es el caso de la Unión Europea y Estados Unidos, cuyos niveles de consumo han ido incrementándose en los últimos años, convirtiéndose en el eje central de la comercialización del mango a nivel mundial (FAOSTAT, 2016).

La producción mundial de mango ha venido evolucionando de forma creciente en los últimos años, registrándose en el 2017 una producción de 47,1 millones de toneladas, con un aumento del 2% con respecto a 2016. Siendo la India el productor más importante con 18,5 millones de toneladas, lo que representa el 40% del total producido, que se destina principalmente a su mercado interno. Seguidamente se encuentran China y Tailandia con una producción de 4,9 y 3,8 millones de toneladas respectivamente (FAOSTAT, 2016).

Con respecto a las exportaciones, se estima que el mango representa el 90% de los envíos mundiales, siendo México el principal exportador con una participación del 23% en 2017, seguido de Brasil (13%), Tailandia (12%) y Perú (12%) (FAOSTAT, 2016).

Por otro lado, Estados Unidos es el mayor importador de mangos a nivel mundial, siguiendo el comportamiento de la categoría de mangos, guayabas y mangostanes, frescos o secos; donde los mangos representan, por mucho, la mayor parte de esta categoría de productos. Con una tasa de crecimiento anual promedio de 10.2%, Estados Unidos concentra alrededor del 31% del total de las importaciones de mango mientras la unión europea posee un 27%. Además de ello, también existen otros importantes mercados con sustanciales niveles de importaciones como China, Vietnam, los Emiratos Árabes Unidos, Arabia Saudita y Hong Kong (FAOSTAT, 2016).

Adicionalmente, gracias a su popularidad, el mango hoy en día es comercializado a nivel mundial en diversos formatos de productos procesados. Al ser un fruto dulce en sabor y muy versátil este puede utilizarse para una cantidad innumerable de productos como mermeladas, jaleas, helados, yogures, confituras, mangos en conservas, pulpa de mango, trozos congelados, mango deshidratado, jugos a base de mango, trozos en almíbar, bebidas funcionales y energéticas, etc.

2.1.2 Importancia en Cuba

Con el Triunfo de la Revolución, se comienza un programa de fomento de mango incluyendo la introducción de variedades y la implementación de tecnologías en las etapas de propagación (viveros), fomento y mantenimiento de plantaciones.

En 1997 se implementa el programa para el desarrollo de los Frutales Tropicales, en el cual uno de sus objetivos básicos lo constituye la recuperación de las plantaciones mediante esquemas económicos que aseguren un retorno para el financiamiento de los aseguramientos. Para tributar al incremento de la producción de frutales fue creado el

Movimiento Productivo de las Cooperativas de Frutales, con la aplicación de diferentes variantes tecnológicas para aumentar la producción frutícola en el sector cooperativo y campesino y lograr plantar una hectárea de frutales por cada mil habitantes con la tecnología de policultivo (Llauger, 2013).

En la actualidad en el sector cooperativo y campesino se produce actualmente el 87% de los frutales del país, para los diferentes destinos de la producción como ventas internas al turismo, la industria, el consumo de la población y la exportación. No obstante, a los esfuerzos realizados durante todos estos años, aún no se logran satisfacer las demandas de frutas. Tradicionalmente, los rendimientos por hectárea de las plantaciones de frutales han sido bajos, lo cual está dado fundamentalmente por el empleo de tecnologías que no son las más adecuadas para la producción intensiva (Llauger, 2013).

La producción de frutas tropicales y subtropicales en Ciego de Ávila en los últimos cuatro años y medio ascendió a unas 220 mil toneladas, para situarse entre las de mejores efectos en ese tipo de cultivo en el país. Las principales producciones de frutales en la provincia son de mango, guayaba, piña y papaya, en tanto se rescatan los cítricos. Los acopios más significativos se registraron en 2017 con 50 400 toneladas de fruta. Aunque la sequía y las altas temperaturas afectaron las plantaciones, el mango es quién mantiene la primacía con poco más de 3 500 hectáreas de la variedad Súper Haden plantadas. La Empresa Agroindustrial de Ceballos en la provincia Ciego de Ávila, logró la producción para el 2018 de 5 000 toneladas de mango aproximadamente y el incremento de sus áreas productivas.

2.2 Taxonomía y Botánica:

De acuerdo a la clasificación taxonómica, el mango se ubica de la siguiente manera: (APG Angiosperm Phylogeny Group III. 2009).

- NOMBRE CIENTÍFICO: *Mangifera indica*.
- FAMILIA: Anacardiácea
- ORDEN: Sapindales
- SUBORDEN: Anacardinae
- GENERO: *Mangifera*
- ESPECIE: *Indica*

- CLASE: Dicotiledoneas
- SUBCLASE: Rosidae

El género *Mangifera* comprende más o menos 50 especies nativas del sureste de Asia o las islas circundantes (FAOSTAT, 2016). Sólo 3 o 4 especies del grupo producen frutas comestibles; sin embargo, muchas de las otras especies como *M. cambodiana*, *M. cochinchinensis*, *M. odorata* y *M. zeylanica* están muy relacionadas con el mango y son muy utilizadas comercialmente.

2.2.1 Características agronómicas:

El mango es una planta perennifolia, que puede alcanzar fácilmente los 40 m en los trópicos y en los subtropicos no llega a sobrepasar los 10 metros (MAZA, 2011).

Raíz. - Es pivotante, pueden alcanzar una profundidad de 6 metros. Aunque en su mayoría son raíces absorbentes que se encuentran en los primeros 50 cm. En sentido horizontal se detectan hasta los 8 m del tronco del árbol (Cabrera *et al.*, 2010).

Tronco. - Posee un tronco más o menos recto, cilíndrico y de 75-100 cm de diámetro, presenta corteza rugosa de coloración desde gris oscuro hasta pardo oscuro, tiene grietas longitudinales o surcos reticulados poco profundos que en ocasiones contienen gotitas de resina (Cabrera *et al.*, 2010).

Copa. - Su corona es densa y oval o globular. Sus ramas son gruesas y robustas, frecuentemente con grupos alternos de entrenudos largos y cortos que corresponden al principio y a las partes posteriores de cada renuevo o crecimientos sucesivos; son redondeadas, lisas, de color verde amarillento y opaco cuando jóvenes (MAZA, 2011).

Hojas. - Sus hojas son alternas, espaciadas irregularmente a lo largo de las ramas, de pecíolo largo o corto, oblongo lanceolado, coriáceo, liso en ambas superficies, de color verde oscuro brillante por arriba, verde-amarillento por abajo, entre 10 a 40 cm de longitud y de 2 a 10 cm de ancho. Las hojas jóvenes son de color violeta rojizo o bronceado, posteriormente se tornan de color verde oscuro (MAZA, 2011).

Flores. - Las flores son polígamas, de 4 a 5 partes, se producen en las cimas densas o en las últimas ramitas de la inflorescencia y son de color verde-amarillento, de 0,2-0,4 cm de largo y 0,5-0,7 cm de diámetro cuando están extendidas (MAZA, 2011).

La inflorescencia puede variar de color y de forma, presentando flores hermafroditas y masculinas y pueden ser mixtas o totalmente reproductivas. Las flores usualmente comienzan abrirse por la noche y al comienzo del día, alcanzando la máxima apertura a las 9-11 am, el pistilo es receptivo desde la noche anterior a la antesis hasta dos días después de la misma, pero usualmente es bajo el por ciento de polinización y cuajado debido a una mala formación del ovario. La viabilidad del polen se afecta por las temperaturas y en tal sentido es óptimo entre 15–33 °C. El ovario en la flor perfecta es conspicuo, globoso, de color limón o amarillento y de 0,2-0,15 cm de diámetro; el estilo es lateral, curvado hacia arriba, liso y de 0,15-0,2 cm de largo; el estigma es pequeño y terminal. La polinización del mango es completamente entomófila, siendo los principales polinizadores insectos de los órdenes díptero e himenóptero como las moscas caseras y las abejas melíferas (MAZA, 2011).

La floración del mango es un importante evento fisiológico que marca el inicio de la producción de frutas. Los árboles de mango florecen en respuesta a la edad de la última fase vegetativa en condiciones tropicales. Por el contrario, las temperaturas frías inducen la floración bajo condiciones subtropicales. La floración del mango puede ser manipulada para obtener frutos fuera de temporada y mejorar la productividad del mango.

Fruto. - El fruto es una gran drupa carnosa que contiene entre uno o más embriones, su peso varía desde 150 g hasta 2,0 kg. Su forma también es variable, pero generalmente es ovoide-oblonga, notoriamente aplanada, redondeada, u obtusa a ambos extremos, de 4 a 25 cm de largo y de 1,5 a 10 cm de grosor; el color puede estar entre verde, amarillo y diferentes tonalidades de rosa, rojo y violeta, dependiendo de la variedad del mango. Su cáscara es gruesa; la carne es de color amarillo o anaranjado, jugoso y sabroso (Khan et al. 2015).

Semilla. - Es ovoide, oblonga, alargada, estando recubierta por un endocarpio grueso y leñoso con una capa fibrosa externa, que se puede extender dentro de la carne (Maza, 2011).

2.2.2 Cultivares más importantes

Existen una gran diversidad de cultivares que pueden ser empleados tanto para el procesamiento industrial como al consumo de fruta fresca; otros solo se recomiendan su empleo en uno de esos destinos. Los cultivares de mangos existentes en el país de

acuerdo con Saucó (2008) pueden agruparse según su origen, en cuatro grupos principales:

Cultivares indios: su sabor a trementina es muy marcado. La longitud de las fibras y el color de la piel son muy variables, teniendo algunos una piel bastante roja. La mayoría son dulces con un contenido en ácidos bajo. Generalmente son monoembriónicos.

Cultivares Indochinos y filipinos: son muy dulces, sin fibra ni sabor a trementina. La epidermis es verde amarillento. Carabao es el cultivar más importante en Filipinas, exportándose en cantidades considerables a Japón, siendo conocido bajo los sinónimos de Manila y filipino en México y Cuba respectivamente. Son poliembrionicos

Cultivares de Florida: son los cultivares seleccionados y desarrollados en Florida a partir de las semillas del cultivar indio Mulgoba y otros procedentes de éste. En la actualidad debido al color rojo atractivo de la piel, la alta resistencia de la piel, muy importante para el transporte a larga distancia y el contenido en ácidos relativamente alto, son los más demandados en el comercio internacional. Desde 1940 los cultivares más importantes que se han desarrollado en Florida son: Tommy Atkins, Zill, Torbet, Kensington, Irwin, Haden, Glenn, Lippens, Van Dyke, Sensation, Osteen, Keitt y Kent.

Cultivares cubanos: son aquellos que han sido seleccionados en Cuba y que por lo general son originados de las semillas de los cultivares procedentes de la Florida, La India e Indochina y los híbridos de los mismos. Los cultivares más importantes y solicitados para la industria son: Corazón, Manga amarilla, Haden, Super Haden, Keitt, Kent, Bizcochuelo. Como fruta fresca son muy demandados el Haden, Super Haden, Keitt, Kent, Tommy Atkins, La Paz, Emperador, Reina de México, Bizcochuelo, Chino y otros (ACTAF-IIFT, 2011).

Super Haden:

Es de origen cubano, específicamente de Pinar del Río, resultado del cruzamiento entre el cultivar Haden y el chino amarillo. Se caracteriza por ser un árbol grande, de copa abierta, susceptible a antracnosis y oidio. Sus frutos son grandes, llegando a pesar desde 930-1 000 gramos y de forma ovoide o acorazonada. Su cáscara es de color verde-amarilla con algunas manchas rojizas. Pulpa de color amarillo intenso, fina, suave y casi sin fibras, sabor semidulce y semilla monoembriónica. Es un cultivar muy bien adaptado a las condiciones de nuestro país y de alto potencial productivo tanto para la industria como

para el consumo fresco. Su cosecha se realiza principalmente entre los meses de junio y julio.

2.2.3 Propiedades del mango

El mango destaca por el conjunto de nutrientes y sustancias antioxidantes que se hallan en su composición, dentro de las cuales se encuentran las vitaminas A, C y E, también aporta magnesio y potasio como contenido mineral y además contiene ácidos depurativos como ácido tartárico y málico que ayudan a contrarrestar el efecto de los residuos metabólicos de naturaleza ácida (Mudau *et al.*, 2013).

En la tabla 1 se puede observar el contenido de nutrientes promedio del mango por cada 100 gramos de fruta (Urquiola *et al.*, 2010).

Tabla 1: Valor nutricional del mango por cada 100 gramos de fruta.

Componentes	Valor medio de la materia fresca
Agua (g)	81,8
Carbohidratos (g)	16,4
Fibra (g)	0,7
Vitamina A (U.I.)	1100
Proteínas (g)	0,5
Ácido ascórbico (mg)	80
Fósforo (mg)	14
Calcio (mg)	10
Hierro (mg)	0.4
Grasa (mg)	0,1
Niacina (mg)	0,04
Tiamina (mg)	0,04
Riboflavina (mg)	0,07

2.2.4 Beneficios del mango

La peculiar composición del mango previene las enfermedades degenerativas, especialmente los trastornos cardiacos, el cáncer y la diabetes, pero sus beneficios no solo llegan hasta aquí, sino que además el mango actúa activamente en la protección de la piel y las mucosas, mantiene huesos y músculos en forma, alcaliniza y fluidifica la

sangre, favorece la asimilación de nutrientes, estimula las defensas, así como, aporta dosis significativas de fibra que ayudan a prevenir ciertos tipos de cáncer, como el digestivo, evita el estreñimiento y baja el colesterol malo, lo que protege el corazón y el sistema circulatorio (Khurana *et al.*, 2014).

2.2.5 Otros usos

Augstburger *et al.*, (2000) mencionan que el mango se consume ampliamente en su forma fresca, principalmente en los países productores, pero también es transformado en zumos y néctares o conservas en mitades, segmentos o trozos con jarabe añadido para la conservación. El puré o la pulpa congelados son un mercado en crecimiento en la fabricación de productos lácteos (yogures, helados) y bizcochería. El mango deshidratado o confitado se utiliza cada vez más en la composición de surtidos de aperitivo o como aperitivo en sí.

2.3 Ciclo fenológico del mango

El conocimiento del ciclo fenológico es de vital importancia, permite definir los momentos más precisos de realizar cada atención cultural. El crecimiento y desarrollo del mango están controlados principalmente por la temperatura y la humedad. Para el manejo comercial del mango es necesario conocer los procesos fisiológicos que ocurren en el árbol y que son esenciales en su crecimiento y desarrollo. Entre estos procesos uno de los más importantes es la fotosíntesis, que permite en las hojas la producción de hidratos de carbono para la obtención de la energía necesaria en la síntesis de celulosa, enzimas, aminoácidos, azúcares y otros productos vitales para la vida de la planta. Lo anterior determina la importancia capital que reviste que la planta tenga la mayor superficie foliar expuesta al sol en la emisión de los brotes vegetativos, la floración y la fructificación. Cada fruto necesita de 55 hojas como mínimo para que produzcan los asimilados necesarios (Davenport, 2008).

El comienzo de la floración trae consigo un incremento del consumo y por consiguiente una disminución de las reservas. Durante el proceso de crecimiento de los frutos, éstos consumen una importante cantidad de nutrientes y agua, permaneciendo bajas las reservas hasta que al concluir la cosecha se inicia la acumulación de los carbohidratos producidos por los brotes vegetativos (Hernández *et al.*, 2016).

La anterior explicación responde por qué una alta producción en un año agota las reservas de las plantas y de no poder lograr una recuperación se produce, al año siguiente, una menor producción (alternancia de producción). De ahí se puede afirmar que un correcto manejo es aquel que, mediante las labores culturales, fundamentalmente la fertilización, la poda y el riego, permite lograr una eficiente recuperación de acuerdo al ciclo fenológico del cultivo (Coelho *et al.*, 2014).

2.3.1 Crecimiento y desarrollo de brotes

El mango es una especie ramificada, en la que el crecimiento vegetativo y la fase reproductiva están separadas en el tiempo para cada brote, pero no para todo el árbol. El crecimiento del mango no es continuo, la aparición de la floración paraliza el crecimiento de los brotes en que ocurre. La diferenciación floral está influenciada por las bajas temperaturas y el estrés hídrico (Davenport, 2008). Los brotes que se pueden producir son los siguientes:

Brotes vegetativos (solo hojas).

Inflorescencia pura (solo flores).

Brotes mixtos (hojas y flores, estas últimas en las axilas de las primeras).

Brotes de transición de vegetativo a floral (hojas en la parte inferior y flores en la superior).

Brotes de transición de floral a vegetativa (flores en la parte inferior y hojas en la superior).

Brotes quiméricos (flores a un lado y hojas al otro).

Estos tipos de brotes están influenciados por las condiciones climáticas, fundamentalmente la temperatura y la humedad.

El desarrollo del brote vegetativo desde la iniciación del crecimiento hasta su madurez tarda entre 3-6 semanas dependiendo del cultivar y las condiciones climáticas. Por otra parte, también el desarrollo del brote reproductivo (inflorescencia) se extiende entre 3 y 6 semanas, pero el intervalo entre la diferenciación floral y la aparición de la panícula oscila entre 29-30 días.

2.4. Requerimientos edafo-climáticos

2.4.1 Suelo

Puede vivir bien en diferentes clases de terreno, siempre que sean profundos y con un buen drenaje, factor este último de gran importancia. En terrenos en los que se efectúa un

abonado racional la profundidad no es tan necesaria; sin embargo, no deben plantarse en suelos con menos de 80 a 100 cm de profundidad. Se recomiendan en general los suelos ligeros, donde las grandes raíces puedan penetrar y fijarse al terreno. El pH estará en torno a 5,5-5,7; teniendo el suelo una textura limo-arenosa o arcillo-arenosa (UE, MINECO, 2007).

2.4.2 Necesidades hídricas

El mango es una planta bien adaptada a condiciones de precipitaciones variables, desde 250 hasta 5 000 mm anual. Por otra parte, es tolerante a la sequía debido a la gran eficiencia del sistema radical para la extracción de agua y nutrientes del suelo. Es considerado moderadamente resistente al encharcamiento y ha sobrevivido hasta 110 días de inundaciones continuas. La distribución de la precipitación durante el año es más importante que su cantidad total.

En las regiones tropicales está demostrado que el estrés por déficit hídrico provocado favorece la inducción de la floración, siendo el factor inductivo que más se emplea en estas regiones, además es más relevante debido a que los bajos valores de la temperatura no la propician. Las lluvias y el rocío excesivo durante la floración, cuajado y recolección de los frutos son dañinos, ya que reducen la polinización y fructificación y favorecen la incidencia de varias enfermedades. Se considera que unos 700 mm de precipitación repartida de forma regular a lo largo del año, es como el mínimo necesario para el cultivo comercial del mango (Mora *et al.*, 2002).

Los requerimientos hídricos dependen del tipo de clima del área donde estén situadas las plantaciones. Si se encuentran en zonas con alternancia de estaciones húmeda y seca, óptimas para el cultivo del mango, como sucede en Cuba, durante la estación de lluvias se desarrolla un crecimiento vegetativo, y en la estación seca la floración y la fructificación; en este caso basta con un pequeño aporte de agua.

En áreas más frías, como Israel e Islas Canarias, sólo existe una estación cálida, en la que tiene lugar a la vez la fructificación y el desarrollo vegetativo, en este caso el riego debe ser mucho más copioso, pero se tendrá en cuenta que un exceso de humedad es perjudicial para la fructificación.

Según Mora *et al.* (2002), es en la primera fase del cultivo donde más agua necesita, con un aproximado de 16 a 20 litros semanales por árbol durante los dos primeros años y

siempre que el árbol esté en el terreno, no siendo así en los viveros, donde sus exigencias son menores.

Una vez que el árbol está enraizado tolera mejor la sequía y hasta 400 miligramos de sal por litro de agua. Para obtener el máximo rendimiento del árbol, los riegos deben ser periódicos ($400 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ al mes). Los riegos más copiosos deben darse cuando los capullos van a abrir, y hasta varias semanas después de la fructificación. Mientras la fruta aumenta de tamaño debe regarse una vez cada quince días y puede dejarse de regar al acercarse la madurez.

2.4.3 Temperaturas

La temperatura es el factor climático dominante en el crecimiento y desarrollo del mango, que no prospera donde la media del mes más frío es inferior a 15°C , señalándose como zonas marginales para el cultivo aquellas con temperaturas medias inferiores a 21°C y como inadecuadas las de valores inferiores a 19°C . Se indica como temperatura óptima para el crecimiento las comprendidas entre 24°C y $26,5^{\circ}\text{C}$, mientras que un rango de 30°C a 33°C es ideal para la maduración del fruto. Se ha señalado que puede tolerar hasta 50°C .

Por otra parte, la inducción floración ocurre cuando se presentan temperaturas entre $19^{\circ}\text{C}/13^{\circ}\text{C}$ por 2 o más semanas. De manera general se acepta que las altas temperaturas además de favorecer el crecimiento vegetativo afectan el proceso de floración (Mora *et al.*, 2002).

Según Mora *et al.* (2002), el mango prospera muy bien en un clima donde las temperaturas sean las siguientes:

- Invierno ligeramente frío (temperatura mínima de 10°C).
- Primavera ligeramente cálida (temperatura mínima superior a 15°C).
- Verano y otoño cálidos
- Ligeras variaciones entre el día y la noche.

Un árbol de buen desarrollo puede soportar temperaturas de dos grados bajo cero, siempre que éstas no se prolonguen mucho tiempo. Un árbol joven, de dos a cinco años, puede perecer a temperaturas de cero y un grado centígrado.

2.5 Manejo agrotécnico de la floración

2.5.1 Inducción de la floración

Esta labor se ejecuta con dos finalidades: obtener producciones de frutos fuera de la estación normal de cosecha y elevar la producción mediante un incremento de la floración. Las condiciones climáticas a veces son pocos favorables para la inducir de manera natural la floración, es por ello que resulta preciso en muchas ocasiones realizar prácticas culturales que conduzcan a ese estímulo y lograr una floración abundante (Méndez, 2004).

La práctica moderna de la inducción de la floración conlleva:

- a) Lograr una adecuada y homogénea brotación vegetativa tras la cosecha.
- b) Paralización del crecimiento de forma natural o mediante el empleo de productos (reguladores de crecimiento)
- c) Estimulación de la floración mediante el estrés hídrico.

La brotación vegetativa se favorece mediante la poda de ramas, la eliminación de inflorescencias y pedúnculos secos, la fertilización y el riego. Esta poda parcial permitiría que el árbol pudiera conservar una superficie foliar grande como para favorecer la disponibilidad de asimilados en el momento del cuajado.

El estrés hídrico con una duración entre 6 y 12 semanas al igual que las bajas temperaturas, en torno a 18/10°C, son suficientes para inducir la floración.

Según Méndez (2004), las aspersiones de nitrato de potasio (2-4%) o nitrato de amonio (1-2%) estimulan la emergencia de las inflorescencias, para ello es importante rociar completamente el follaje del árbol y comenzar la aplicación por la parte interior de éste y posteriormente rociar la parte exterior de la copa.

Los árboles que mejor responden al tratamiento son aquellos que tienen gran cantidad de brotes vegetativos sazones, los que se distinguen por tener un grado de lignificación apreciable y hojas de color verde oscuro que crujen cuando se aprietan con la mano.

El efecto de la aspersión se nota a los 2-3 días, el follaje muestra síntomas de deshidratación, las hojas se ven opacas, ligeramente arrugadas y en algunos casos con la punta levemente quemada. A los 10 días después se notarán la inclinación de las yemas en los primeros brotes estimulados. A los pocos días la yema madura alrededor de un centímetro de largo y tendría una forma curva y puntiaguda. A partir de este momento el desarrollo de la panícula

es muy rápido, estando completamente desarrollada y con flores abiertas a los 30-35 días de la aspersión. La cosecha comienza 5 meses después.

Si a los 15-20 días de haber asperjado, pocos brotes muestran panículas en desarrollo, digamos 2-3 de cada 10, es aceptable hacer una segunda aplicación del producto. Este deberá efectuarse lo más pronto posible antes que las flores hayan abierto, se consideran que de un 50% y 90% de la producción total del árbol se adelantará. Existe la práctica cuando se comienza con este manejo de repetir la aplicación entre los 7 a 10 días posteriores a la primera (Méndez, 2004).

2.5.2 Reguladores de crecimiento y aplicación nitrogenada

El cultivo del mango en regiones tropicales y sub-tropicales provoca que el árbol tenga crecimiento vegetativo continuo. El crecimiento exuberante y frondoso de la flora de estas latitudes es bien conocido. Sin embargo, este crecimiento continuo reduce la producción de yemas florales, necesaria para la producción de cantidades económicamente rentables de fruta (Johnson *et al.*, 2011; Kulkarni, 2004).

Este crecimiento es provocado a nivel fisiológico por un conjunto de hormonas, pero principalmente las Giberelinas (Pérez *et al.*, 2008). Esta hormona es la responsable de la elongación y división celular. Según Pérez *et al.*, (2008) la Giberelina produce crecimiento (brotación) de yemas vegetativas apicales y axilares que producen la exuberancia antes mencionada. La producción de esta hormona es favorecida tanto por las condiciones climáticas (lluvia y temperatura) como por las condiciones edafológicas producto de estas mismas condiciones climáticas.

Por otro lado, la hormona responsable de la diferenciación de yemas de la planta en yemas florales es la Citoquinina (García, 2010). Esta hormona se produce en raíces principalmente (Davenport, 2007). Su difusión hacia ramas y específicamente a yemas genera un gradiente de mayor concentración en las raíces y menor concentración en tejidos apicales terminales superiores de la planta. La velocidad de traslocación y acumulación es inversa a la elongación de ramas y por ende a presencia de Giberelinas. En condiciones específicas, que se describen a continuación, este gradiente tiende a nivelarse, favoreciendo mayor acumulación de Citoquinina para producción de yemas florales.

Específicamente en mango y otros cultivos como aguacate y uva, el estado de latencia de yemas (no división celular) favorece la acumulación de Citoquinina en áreas apicales, provocando mayor diferenciación de yemas en yemas de flor (llegando a duplicar y hasta triplicar la cantidad de yemas florales respecto a plantas que no acumularon suficiente Citoquinina (García, 2010).

En época de floración, si la diferenciación de yemas en flor no alcanza un nivel aceptable (si el árbol no florece totalmente), es común la práctica de poda de puntas de ramas. El objetivo de esta práctica es buscar entrenudos más profundos con mayor concentración de Citoquinina. Si el punto de poda tiene el nivel de Citoquinina adecuado se producen flores completas, y en casos en que la Citoquinina no está presente en niveles suficientes, se producen flores mixtas. En el peor de los casos, no habrá suficiente Citoquinina en los puntos de las ramas podadas, y solo se producirá yemas vegetativas nuevamente (García, 2010).

El Paclobutrazol (triazol) es un compuesto químico sintético “ANTI-GIBERÉLICO” que produce artificialmente latencia de yemas, evitando su brotación. Como un efecto secundario ocurre el acortamiento de entrenudos, pero este sólo es un efecto colateral de la ausencia de Giberelinas. Cabe mencionar que los estudios del PBZ, enfatizan este acortamiento de entrenudos como principal ventaja comercial del compuesto sintético (Burondkar *et al.*, 2016).

La verdadera eficacia económica del PBZ estriba en suprimir la producción de Giberelinas, favoreciendo la propagación y acumulación de Citoquininas en yemas apicales, propiciando la diferenciación de yemas en yemas florales. De lo contrario, la constante acción de la Giberelina no permitiría la maduración (acumulación de Citoquininas) y por ende la reducción en el porcentaje de floración de los árboles.

Otro efecto secundario es el acortamiento del período de maduración de estas yemas reportando la literatura el adelanto de la cosecha. Este sólo es otro efecto colateral que puede entenderse a favor de la producción, pero no debe perderse de vista que el efecto principal, importante y vital, es la supresión de producción de Giberelinas para que se dé la acumulación adecuada de Citoquininas que son las responsables de la diferenciación de yemas en yemas florales (García, 2010).

El proceso de “maduración” es semejante al experimentado por árboles de otras especies en regiones más septentrionales durante el invierno. El frío provoca que incluso los árboles se defolien y sus yemas entren en latencia (manzano, durazno y peral). En el caso del mango el proceso de maduración de las ramas debe durar al menos 100 días, para que se acumule suficiente Citoquininas en éstas áreas apicales con alta densidad de yemas (Coelho *et al.*, 2014).

Incluso, se ha relacionado la necesidad de horas frío para la producción de flor en mango, pero en realidad bajas temperaturas no son necesarias ya que el PBZ ha hecho un efecto semejante y aún mejor que las bajas temperaturas (es decir, por un período de tiempo más largo). En sí, en regiones que presentan temperaturas menores a los 20°C es preciso hacer coincidir el retorno a temperaturas elevadas (porque en la planta), son una señal que “activa” la producción de Giberelinas en forma natural y provocan el despertar de las yemas, y si la acumulación de Citoquininas ha sido suficiente, se diferenciarán en yemas de flor.

Un efecto semejante se logra con la combinación de estrés hídrico (que reduce el brotamiento continuo) y la aplicación de productos sintéticos que aumentan la concentración de Citoquininas (extracto de algas que contienen proto-citoquininas) o de “caldos” ricos en fósforo, potasio y boro que fomentan la latencia de yemas (pero no nitrógeno). En general, cuando las condiciones de abastecimiento de agua pueden ser controladas artificialmente y el suelo cumple sólo funciones de sustrato, este es el procedimiento más recomendado para la estimulación de yemas de flor, ya que se evitan los efectos antigiberélicos indeseados del PBZ.

Al final del período de maduración de las yemas (con acumulación suficiente de Citoquininas), es necesario despertar la planta (sus ramas) del estado de latencia al que fue inducido con el PBZ. Por ello, es preciso aplicar un estimulante de la producción de Giberelinas. Comúnmente se aplica Nitrato foliar, el cual tiene función de producción de fotosintetatos que a la vez de inducir producción de Giberelinas antes mencionada, producen los nutrientes necesarios para sostener la división celular en yemas, su brotación y diferenciación en flor.

El resultado es producción de mayor cantidad de frutos por árbol. La literatura reporta producciones que van de los 25 000 kg por hectárea sólo por la aplicación de PBZ y hasta

40 000 Kg cuando se combina con densidades de siembra y aplicaciones de NPK y elementos menores al suelo.

Es recomendable que al tiempo que se aplican los nitratos foliarmente, se aplique también Giberelinas sintéticas para contrarrestar el efecto del PBZ en el tamaño de los ramilletes florales y en el tamaño del fruto. No contrarrestar este efecto con suficiente aportación de Giberelinas puede producir un acortamiento indeseado en los ramilletes florales, evitando la aireación necesaria de las flores y reduciendo el espacio de crecimiento de las flores fecundadas. Además, el tamaño del fruto puede verse afectado por el efecto del PBZ como ya se mencionó (Pérez, *et al.*, 2016).

Por último, el efecto de aplicación de Giberelinas sintéticas en este punto produce un mayor tiempo de vida del fruto al producir un mayor tamaño de los tejidos protectores (piel del fruto) y una menor producción de Etileno, responsable de la maduración precipitada del fruto y de enfermedades asociadas a esta maduración.

Lo anterior demuestra que existen muchos aspectos agrotécnicos que pueden ser empleados en preparar bien a la planta, para luego poder inducir floraciones homogéneas y sincronizar las mismas para lograr buenos niveles productivos bajo las condiciones de producción de mango en Cuba. Muchos de estos aspectos se han evaluados de forma independiente y por ello tratar de realizar la combinación de muchos de ellos pudiera ser lo más efectivo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.0 Condiciones generales de experimentación.

La presente investigación se inició en el mes de septiembre del 2016, para ello se empleó plantaciones de mango de la "UEB" Frutales del Municipio Venezuela, perteneciente a la Empresa Agroindustrial Ceballos, que se encuentra ubicada al sur de la ciudad de Ciego de Ávila en el km 6,5.

Durante el experimento se evaluaron plantas de mango (*Mangifera indica* L.) establecidas en un suelo Ferralítico rojo distribuidos en cuatro bloques con sistemas de ferti-riego por goteo. La variedad empleada fue Súper Haden con 8 años de edad plantadas a razón de 208 plantas ha⁻¹ con un marco de plantación 8 m x 6 m. El programa agrotécnico se realizó de acuerdo al instructivo técnico establecido por la UEB.

Se seleccionaron plantas de tamaño uniforme (altura, diámetro de copa y número de brotes) las cuales se dividieron en tres tratamientos experimentales de 10 plantas con tres repeticiones bajo un diseño experimental en Franjas (Badii *et al.*, 2007). Para la determinación del déficit hídrico y la emisión del número de panículas florales, las evaluaciones se realizaron desde el momento inicial (nov. 2016) y con una frecuencia de 30 días.

Determinación de las variables morfológicas:

Para las determinaciones de emisión de panículas florales/m², se utilizó el método visual con el marco cuadrado de aluminio de 1/4 m² ubicándolo a 2/3 partes de la altura del árbol en dos puntos cardinales de la copa a una profundidad de 2 m desde la superficie hacia el tronco del árbol (Pozo *et al.*, 1994).

Determinación de las variables climáticas:

Para determinar la temperatura ambiental (°C) y la humedad relativa (%) se utilizó el termo-higrómetro digital "TECPEL® modelo DTM- 303".

Las variables climáticas donde se desarrolló el experimento fueron evaluadas con frecuencias semanales y se promediaron por mes.

En la tabla 2 se observa los valores de temperatura, humedad relativa y precipitaciones registrados (pluviometría).

Tabla 2. Promedio de las variables climáticas evaluadas en las plantaciones de mango de la UEB Frutales del Municipio Venezuela (n=10).

Evaluación	Temp. Ambiente (°C)	Humedad Rel. (%)	Precipitación (mm)
Noviembre 2016	25,1	73,3	40
Diciembre 2016	26,9	74,8	20
Enero 2017	23,2	62,0	15
Febrero 2017	24,2	64,0	58
Marzo 2017	23,4	58,2	50

Cada dato representa la media para n=10.

3.1 Determinación del potencial hídrico de las hojas y la aplicación de nitrato de potasio (KNO_3) en plantas de mango (*Mangifera indica* L).

Para determinar el potencial hídrico se seleccionaron 30 plantas al azar, de cada una se tomaron en horas de la mañana 5 hojas de dos puntos cardinales de la copa (Norte y sur) y se colocaron en la cámara de la bomba de Scholander. Se aplicó presión de aire comprimido en la cámara donde se colocó la hoja y una vez que se apreciaba la salida de la sabia por el pedúnculo se cuantificaban los valores (bar).

El 16 de octubre, a las seis semanas posterior de la suspensión del riego a las plantaciones de mango fue aplicado el Nitrato de Potasio (KNO_3), con una máquina asperjadora (ciclón) de manera foliar a una concentración al 3% y una sola aplicación, según lo recomendado por Singh y Tripathi (1978).

Para ello se definieron dos tratamientos experimentales.

- 1- Control (Según instructivo técnico UEB)
- 2- Nitrato de Potasio 3% (KNO_3)

3.2 Determinación del efecto del paclobutrazol y su combinación con nitrato de potasio en la inducción floral en plantas de mango (*Mangifera indica* L).

Para evaluar el efecto del potencial hídrico y la emisión del número de panículas florales en las plantas evaluadas, se realizó la aplicación del PBZ a una dosis de 1,5 gramos de

ingrediente activo por metro lineal de copa el 28 de septiembre mediante el sistema de riego localizado.

El 6 de noviembre del 2016 fue aplicado el nitrato de potasio (KNO_3) con una máquina asperjadora (ciclón) de manera foliar a una concentración al 3% y una sola aplicación.

Tratamientos Experimentales quedaron constituidos de la siguiente forma.

- 1- Control
- 2- Paclobutrazol 1,5 g ia. (PBZ).
- 3- Paclobutrazol 1,5 g ia. + Nitrato de Potasio 3% (PBZ+ KNO_3)

(Las evaluaciones de la emisión de panículas florares se realizaron con frecuencias de 7 a 15 días y se promediaron de manera mensual).

3.3 Determinación del efecto del ácido giberélico (AG_3) en el cuajado de las flores en las plantaciones de mango (*Mangifera indica* L).

Luego de emitidas las panículas florares en 10 plantas se seleccionaron 5 ramas al azar (50 ramas por tratamientos) y se realizaron dos tratamientos experimentales:

- 1- Control (Agua)
- 2- AG_3 (50 mg L^{-1})

El AG_3 empleado fue producido por la firma BDH, el cual se aplicó de manera foliar durante las primeras horas de la mañana (entre las 6:00 y 8:00) a una concentración de 50 mg L^{-1} según Pérez (2008) utilizando una mochila MATABY con capacidad de 16 L, realizando dos aplicaciones a intervalos de 15 días, la primera se realizó el día 1 de marzo. En el caso del tratamiento control se asperjo agua.

En dos frecuencias decenales se cuantificaron las flores de cada inflorescencia que cuajaron (se convirtieron en frutillos).

3.4 Efecto de la aplicación de sulfato de potasio (K_2SO_4) soluble sobre la calidad de los frutos de mango (*Mangifera indica* L).

En junio 2017 luego de logrado el fruto, se realiza otro experimento el que consiste en aplicaciones del fertilizante soluble sulfato de potasio (K_2SO_4) mediante un sistema de ferti-riego en las plantaciones de mango (*Mangifera indica* L). Los goteadores se encontraban a 0,70 cm de distancia, los que alcanzaban a 10 por planta y con una entrega de 1,8 L por minutos cada uno. Se aplicó una norma de riego cada dos días de 120

L/planta y el fertilizante se aplicó con el empleo de una bomba de inyección a la salida del sistema de ferti-riego. Se realizaron dos tratamientos experimentales:

Tratamientos Experimentales.

1-Sistema de fertilización de UEB producción de frutales (CONTROL con KCL).

2-Sistema de fertilización de UEB producción de frutales con la sustitución del cloruro de potasio (KCL) por sulfato de potasio (K_2SO_4) soluble producido por la firma SCPA.

3.4.1 Determinación de los análisis bromatológicos de los frutos.

Para los análisis bromatológicos se colectaron 20 frutos en estado de madurez fisiológica seccionados al azar en cada tratamiento experimental y según los criterios establecidos por los especialistas de la UEB en el momento de cosecha.

Estos indicadores fueron de carácter físicos (cuantitativos y cualitativos) y químicos.

3.4.1.1. Determinación de las variables físicas.

Dimensiones de los frutos (diámetro polar y ecuatorial en milímetros) se realizó para cada fruto individual, utilizando para ello una balanza de precisión. Otra variable determinada fue la apariencia del fruto en función del aspecto general, para lo cual se utilizó la escala propuesta por Zambrano y Materano (1999).

3.4.1.2. Determinación de las variables químicas.

Determinación de sólidos solubles totales (SST), ácido ascórbico, acidez titulable, pH y relación SST/acidez.

Las determinaciones se realizaron con el empleo de la metodologías de la Asociación Oficial de Química Analítica (AOAC, 1998 y 1990).

- Para el pH, la medición se realizó directamente utilizando un potenciómetro.
- Para los sólidos solubles totales (SST) se uso un refractometro de mano y los resultados se expresaron en °Brix.
- Para la acidez titulable (% de ácido cítrico) se pesaron 2 gramos de cada muestra, se le adiciono 20 mL de H_2O destilada y se tituló con NaOH (0,1N). El resultado obtenido se expresa en porciento de acidez como ácido cítrico anhidro.
- Para determinar la relacion Brix/Acidez, se calculó al dividir los valores de los sólidos solubles totales °Brix entre el porcentaje de acidez titulable.
- Para la determinación de la concentración de Sólidos Solubles Totales (vitamina C) en las muestras se llevó a cabo mediante el método AOAC (1990) para concentraciones máximas de hasta 50 ppm de ácido ascórbico. Se empleó una solución de 2,6-

diclorofenolindofenol 0,5% para titular las muestras (5 mL de jugo concentrado de cada fruto) diluidas en 25 ml de una solución de ácido oxálico 2%, se tomó 10 mL para la valoración. Se usó como patrón una solución de ácido ascórbico 1 mg mL⁻¹ y un ensayo en blanco de 10 mL de ácido oxálico y valorar con la solución de DI hasta viraje de color ligeramente rosado, estable durante 5 segundos, ese es el V₀. El factor de dilución y conversión para jugos es 500 valores adimensional. Los resultados se expresaron en mg de vitamina C por L de muestra.

3.5 Tratamientos estadísticos de los resultados.

El tratamiento estadístico de los resultados se desarrolló con el empleo del utilitario “STATISTIC 8.0” de StatSoft (2007). Se realizaron análisis paramétricos (ANOVA mono y bifactorial, prueba HSD Tukey, $P < 0.05$) después de chequeada la distribución normal (Kolmogorov-Smirnov, $P < 0.05$) y la homogeneidad de las varianzas (Levene, $P \geq 0.05$). Los resultados de las variables físicas y químicas de calidad de los frutos fueron sometidos al t-Student($p < 0.05$).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Efecto del potencial hídrico de las hojas y la aplicación de nitrato de potasio (KNO₃) en plantas de mango (*Mangifera indica* L).

En la figura 1 se observa el estado hídrico de las plantaciones de mango donde se aprecia que no existen diferencias significativas en la primera evaluación realizada en el mes de noviembre a las plantas seleccionadas para los tratamientos Control y KNO₃ (momento cero).

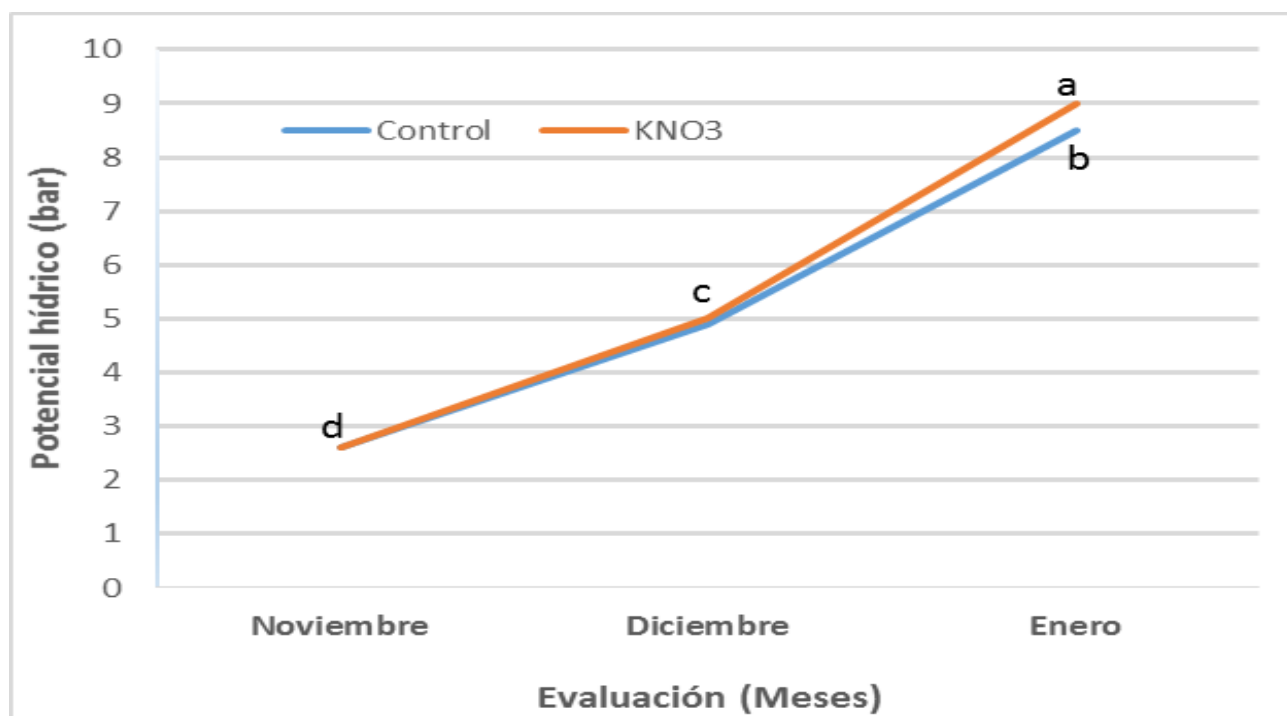


Figura 1. Potencial hídrico de las hojas en plantaciones de mango. Medias con letras diferentes indican significación (ANOVA monofactorial, prueba HSD Tukey, $p < 0.05$). Cada dato representa la media para $n=30$. $EE=0,296$.

Este resultado posiblemente es causado por las consecutivas lluvias registradas en ese mes nov. (40 mm). Sin embargo, ya en la evaluación realizada en el mes de diciembre se observa un incremento significativo del potencial hídrico de las plantas con respecto al mes anterior, pero no existen diferencias significativas entre ambos tratamientos. Asociado también a que en el mes de diciembre las precipitaciones fueron menores (20 mm) y la

aplicación del KNO_3 foliar supuestamente aún no había inducido un marcado grado de estrés en las plantas de este tratamiento.

Ya en la evaluación realizada en el mes de enero se conjugaron factores de déficit hídrico de diciembre y la reducida lluvia registrada para ese mes de enero (15 mm) con la aplicación del KNO_3 que permitieron que se apreciara diferencias significativas entre los tratamientos experimentales en el potencial hídrico registrado por las plantas, encontrándose los mayores y significativos valores en las plantas tratadas con KNO_3 . Por otro lado, también se observó que existían diferencias entre esta evaluación con respecto a las dos evaluaciones realizadas anteriormente (Nov-Dic)

Es conocido que el agua es extraída a través del sistema radicular y transportada por la corriente xilemática, luego se distribuye como parte constituyente de la planta hasta alcanzar la atmósfera mediante el proceso de transpiración, que se da en respuesta al gradiente de energía aportada por la radiación solar (González-Altosano y Castel 2003). En el periodo evaluado se apreció que las temperaturas, tanto atmosférica como del follaje alcanzaron valores altos (23-27°C) y esto también influyó en que la inducción de la floración no se lograra en los primeros meses de evaluación.

Se conoce que el crecimiento y desarrollo de la planta está influenciado por el medio ambiente, especialmente por la disponibilidad de agua, debido a que esta cumple un papel vital, pues interviene prácticamente en todos los procesos fisiológicos (Salisbury y Ross, 2000). Sin embargo, se ha apreciado que plantas viejas, no vigorosas y otras cuyos brotes vegetativos han sido disminuidos por poca disponibilidad de agua en el suelo, producen una mejor respuesta a la inducción de KNO_3 (Davenport, 2007.), esto realmente se encuentra asociado a un desbalance hormonal endógeno que ocasiona la inducción de la floración en las plantas.

El mango (*Mangifera indica* L.) es un cultivo tropical perenne, las bajas temperaturas es el único factor natural conocido para inducir la floración, pero esto no asegura que la iniciación floral ocurra ya que se conoce que existe interacciones de muchos factores ambientales que son también importantes que están asociados con el crecimiento vegetativo y reproductivo de las plantas. La actividad vegetativa y la relación entre el

crecimiento vegetativo y floral es variable, tanto desde un árbol a otro y entre los años (Scholefield *et al.*, 1986; Cull, 1987).

La inducción floral por medio de la baja temperatura ambiental (alrededor de 15°C) es considerado como el elemento más importante de la floración en mango. Sin embargo, en el mango aun hay que profundizar en los factores que determinan que se induzcan cambios de las yemas del estado vegetativo al florar, ya que son pocos los estudios que se tienen al respecto, aunque se cree que un período de baja temperatura (<18°C) durante el período de prefloración pudiera estar grandemente involucrado en ello (Davenport, 2007).

Aunque se reconoce que un déficit hídrico induce floración en plantas de mango, el mismo también afecta negativamente las funciones fisiológicas de la planta como: fotosíntesis, respiración, reacciones metabólicas y anatómicas, crecimiento, reproducción, desarrollo de semillas, absorción de nutrientes minerales, transporte de asimilados y producción. El efecto dependerá de la intensidad de la sequía, de la duración de la misma y de la época en que ocurre dentro del ciclo del cultivo, esto ocurre también en plantas de cítricos (Ballester *et al.*, 2011) y en otras especies (Reichstein *et al.*, 2002).

La iniciación floral, así como la diferenciación de las estructuras vegetativas y reproductivas y el alargamiento celular una vez diferenciadas las células son muy sensibles al estrés hídrico y al igual que los procesos fisiológicos no son afectados necesariamente con la misma intensidad (Gonzalez-Altozano y Castel, 2003), por ello la necesidad de restablecer el riego inmediatamente luego de la presencia de los brotes florales para que logren mayor cuajado y formación de frutos.

El efecto de la aplicación foliar de KNO₃ en la inducción de la panícula floral en las plantas de mango se puede observar en la figura 2.

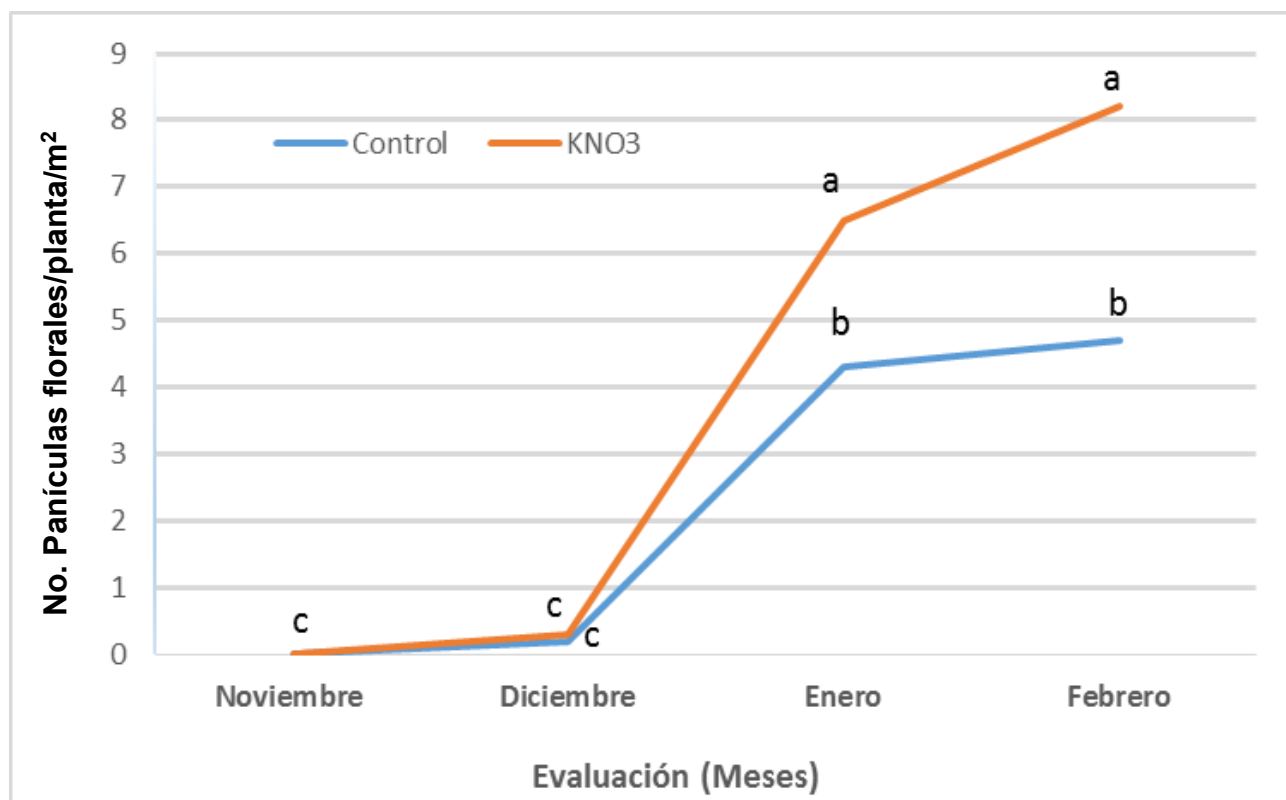


Figura 2. Efecto de la aplicación foliar de nitrato de potasio (KNO_3) en la emisión de panículas florales en plantas de mango. Medias con letras diferentes indican significación (ANOVA bifactorial, prueba HSD Tukey, $p < 0.05$). Cada dato representa la media para $n=30$. $EE=2.99$.

Cuando se realizó el análisis del efecto de la aplicación foliar de KNO_3 en la inducción de la panícula floral en las plantas de mango se pudo apreciar que en el mes de enero se incrementa significativamente los valores entre ambos tratamientos experimentales, emitiendo como promedio cerca de 6,6 panículas el tratamiento de aplicación foliar de KNO_3 contra 4,3 el tratamiento control. Esta diferencia significativa también se observó con los momentos de evaluación que le precedieron (Nov.-Dic.) Mientras que en el mes de febrero la emisión de panículas alcanzan valores superiores a 8 en el tratamiento de KNO_3 y de 4,8 en el control, no mostrando ambos tratamientos diferencias significativas con la evaluación realizada en el mes de enero y sí con los momentos de evaluación realizados en los meses de noviembre y diciembre.

Además, se evidencia la efectividad del uso del compuesto nitrogenado (KNO_3) empleado en aplicaciones foliares en las plantaciones de mango, donde se refleja que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos experimentales a partir del mes de enero luego de 30 días de haber realizado la primera aplicación del producto.

La aplicación foliar del KNO_3 estimula la iniciación de los brotes en algunos cultivares, y ha quedado demostrado que es importante el desarrollo fisiológico de la planta así como el momento de la aplicación. Además puede mejorar la floración especialmente en las regiones tropicales donde la temperatura fría para la inducción floral puede no ser suficiente. Esto se debe a su efecto en complementar el suministro de nitrógeno a la planta. También se sugiere que la inducción por el nitrato potasio se producen como resultado de la síntesis de etileno.

Estudios realizados con aplicaciones foliares de nitratos en los cultivares 'Haden' y 'Manila' revelaron que es fundamental la edad de los brotes vegetativos en el momento de la aspersión para alcanzar la mejor respuesta de estos (Hernández, 1995).

De igual forma en cultivares de mango cuando se desea en inducir floraciones tempranas, mediante el empleo de estimuladores de la floración, como nitrato de amonio y nitrato de potasio, se demostraron que estos provocan una respuesta positiva solamente cuando son aplicados sobre brotes considerados maduros para la inducción floral. Lo que indica que el tipo de brote, como su estado de desarrollo es fundamental para alcanzar buenos resultados con estos tratamientos.

Noriega *et al.* (2014) consideran que las aplicaciones de nitrato de amonio no adelantaron la floración en mango. Sin embargo, si incrementaron el número de panículas por planta, la fructificación y por tanto el número de frutos cosechados.

Se plantea que las plantas de mango requieren de una condición inductiva y de factores tales como hojas viejas, cultivares específicos o localización ecuatorial para una respuesta favorable a la inducción de la floración, ya sea con el empleo de reguladores del crecimiento vegetal o enmiendas de otros tipos. Ello explica las diferencias que se encuentran en la respuesta a la formación de panículas de los diferentes cultivares evaluados.

4.2. Determinación del efecto del paclobutrazol y su combinación con nitrato de potasio en la inducción floral en plantas de mango.

En la figura 3 se observa que todos los tratamientos parten de un estado hídrico similar donde no se aprecian diferencias significativas (octubre).

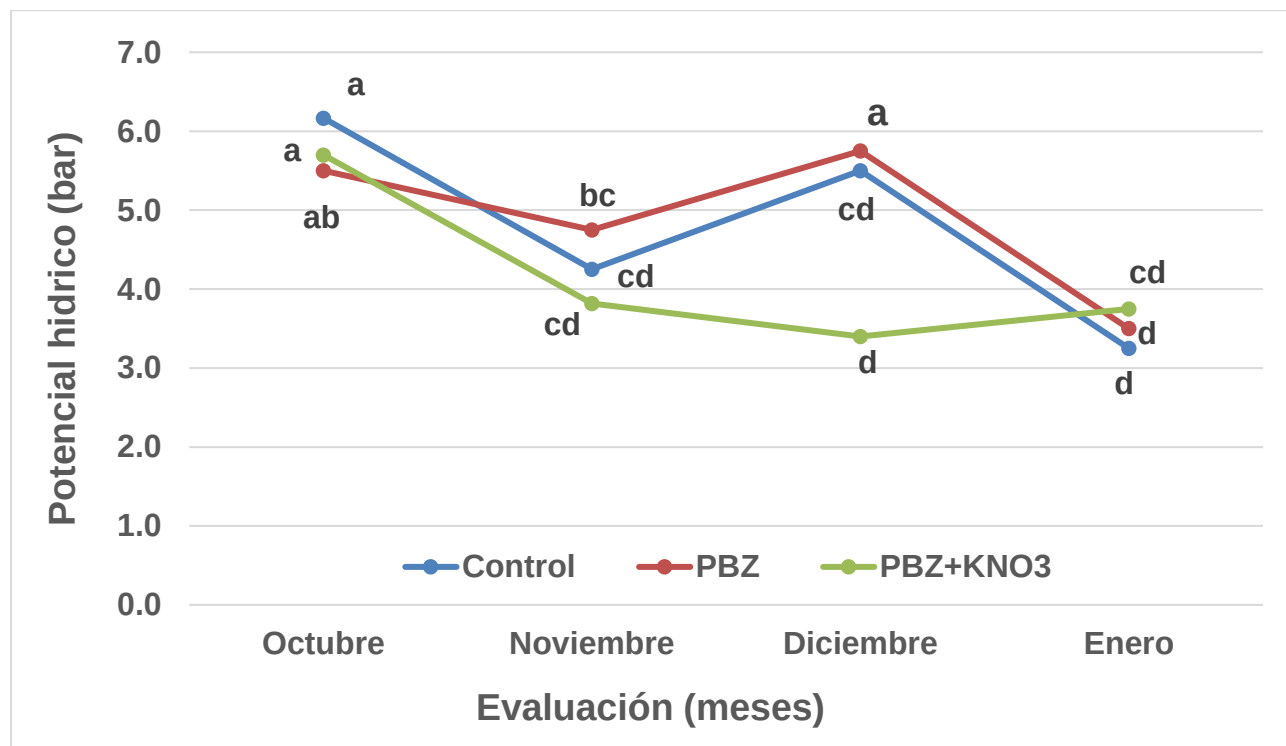


Figura 3. Potencial hídrico de las plantas de mango en los momentos de inducción. Medias con letras diferentes indican significación (ANOVA bifactorial, prueba HSD Tukey, $p < 0.05$). Cada dato representa la media $\text{paran}=30$. $EE=0.361$.

En los meses de inducción floral no se reportan lluvias significativas (octubre-noviembre), lo que no ayudo a reforzar el estrés hídrico de las plantas y con ello la acción inductora del PBZ, pero esto no se logra debido a que no se suspendió el riego en ningún momento.

En diciembre se suspende el riego por roturas y la lluvia registrada fue pobre (20 mm) observándose mayor y significativo potencial hídrico en los tratamientos control y PBZ, pero no así en el combinado de PBZ+KNO₃, posiblemente porque es reconocido que el potasio aumenta el potencial osmótico de la célula y con ello una mayor retención del agua en las hojas.

El riego fue restablecido en el mes de enero por lo que existió una significativa disminución del potencial hídrico en las hojas de las plantas de los tratamientos Control y PBZ. Los tres tratamientos no mostraron diferencias significativas entre ellos. Como resultado se puede destacar que solamente las plantas Control y PBZ presentaron niveles de estrés hídricos en el mes de diciembre, aun cuando la temperatura ambiente (26,9°C) y la humedad relativa (74,8) permanecían alta y por ello la disminución de la temperatura no pudo colaborar con un mejor proceso de inducción floral como está reconocido en el caso de los frutales donde temperaturas entre 13°C y 18°C son promotoras de las sustancias que inducen y aceleran el proceso de la floración.

El estrés hídrico es de suma importancia en el periodo de inducción floral debido a que reduce los niveles de giberelina en las hojas, ayudando con la madurez fisiológica de estas y posibilitando la síntesis del promotor floral responsable de inducir las yemas para la iniciación floral (Sudha *et al.*, 2012). Cuando esto no se logra el empleo de reguladores del crecimiento es una práctica muy empleada en los frutales.

El efecto de la aplicación de Paclobutrazol y su combinación con Nitrato de Potasio (PBZ+KNO₃) en la emisión de la panícula floral se puede observar en la figura 4.

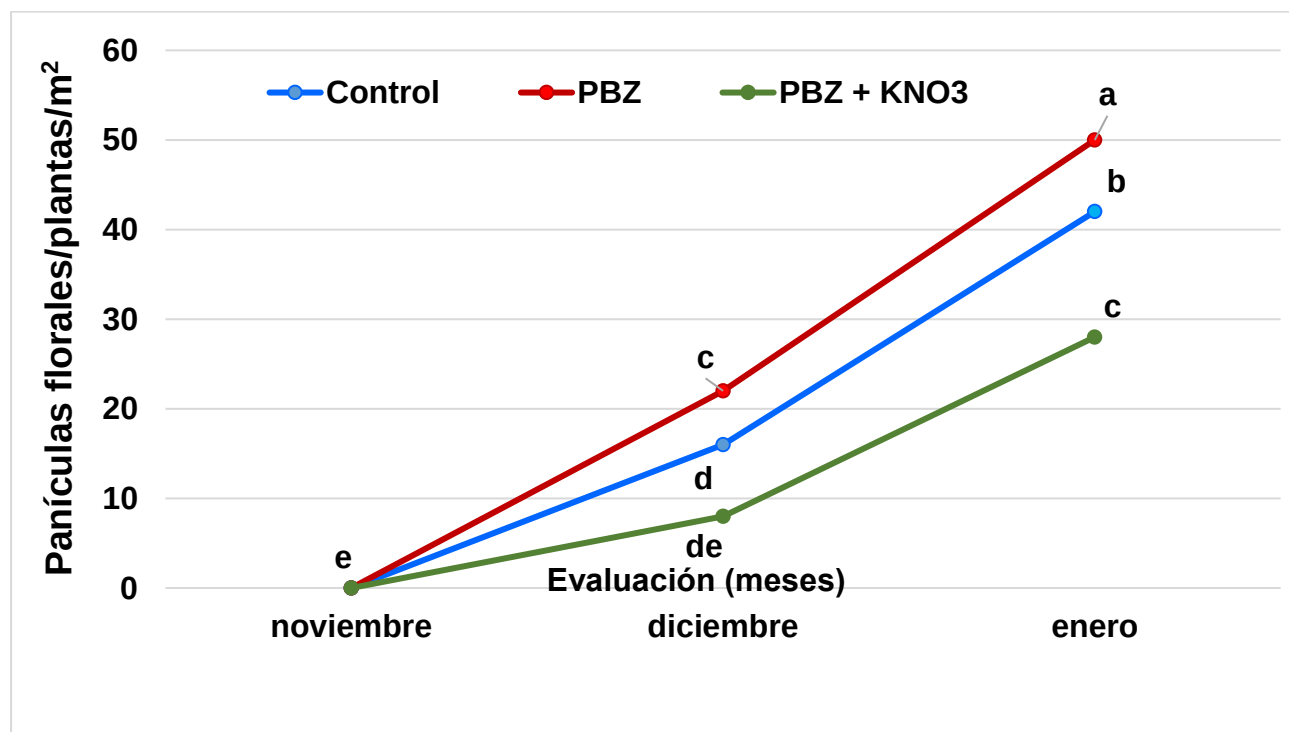


Figura 4. Efecto de la aplicación de Paclobutrazol y su combinación con Nitrato de Potasio (PBZ+KNO₃) en la emisión de panículas florales. *Medias con letras diferentes indican significación (ANOVA bifactorial, prueba HSD Tukey, $p < 0.05$). Cada dato representa la media para $n=30$. $EE=3.265$.*

La figura 4 muestra que en noviembre no se apreciaron emisión de panículas florales en ningún tratamiento. En la evaluación realizada en el mes de diciembre se observa que el tratamiento con PBZ muestra la mayor cantidad de panículas florales emitidas, con diferencias significativas con respecto al tratamiento Control y la combinación PBZ+KNO₃, los cuales no muestran diferencias entre ellos. Por otro lado, el tratamiento de la combinación PBZ+KNO₃ es el único que no difiere en la emisión floral comparado con el mes de noviembre.

Ya en la evaluación realizada en el mes de enero estos valores se incrementan significativamente entre cada tratamiento con respecto a la evaluación realizada en el mes de diciembre, alcanzando valores de 50 panículas el tratamiento con PBZ, mientras el tratamiento con Control alcanza 40 y la combinación PBZ+KNO₃ solo logró 27 panículas.

Estos resultados muestran el positivo efecto que tiene el PBZ en el proceso de inducción floral debido a que es un regulador de crecimiento que inhibe la síntesis de giberelina y ayuda a la madures de las hojas. Sin embargo, estos resultados no coinciden con los alcanzados por Rebolledo et al. (2008) ya que estos autores plantean que el PBZ solo no logró inducir floraciones tempranas en mango Manila y sí su combinación con KNO₃.

Se esperaba que la combinación de ambos tratamientos incrementara la emisión de panículas florales, ya que la aplicación de KNO₃ refuerza el proceso de inducción florar, pero si se realiza en momentos que no son los adecuado estimula el desarrollo vegetativo de la planta. El número de aplicaciones de nitratos es variable, entre 3 y 6 aspersiones a intervalos de 7 a 12 días. Cuando ocurre una falta de uniformidad en la maduración de las ramas o diferenciación de las yemas, se hace necesario más de una aplicación del inductor, es decir, la primera aspersión con nitrato deberá estimular solamente las yemas florales formadas y las otras aplicaciones deberán ser eficaces en las yemas florales diferenciadas posteriormente (Ramírez et al., 2010), lo que al parecer no sucedió en esta ocasión.

El efecto de la aplicación de PBZ y su combinación con KNO₃ en la emisión de panículas florales y cuajado de los frutos se puede observar en la figura 5.

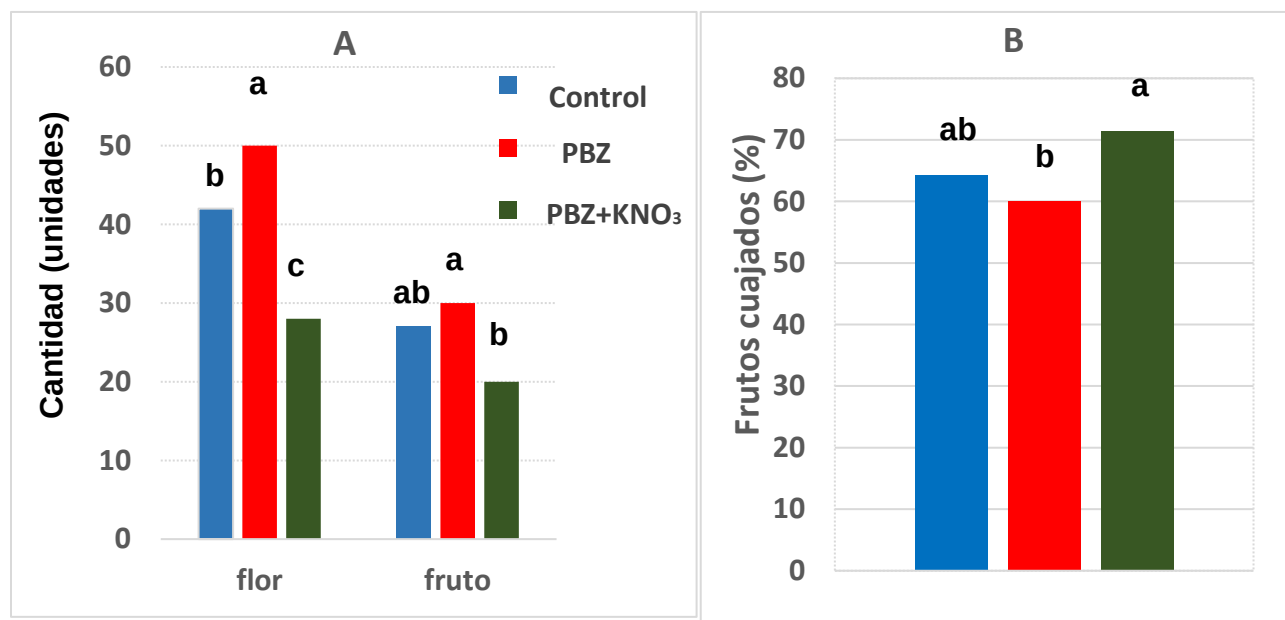


Figura 5. Efecto de la aplicación de PBZ y su combinación con KNO₃ en la emisión de panículas florales (A) y el cuajado de los frutos (B). *Medias con letras diferentes indican significación (ANOVA monofactorial, prueba HSD Tukey, $p < 0.05$). Cada dato representa la media para $n=30$, $EE_A=1,263$, $EE_B=1,563$.*

La figura 5 (A) muestra que los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de PBZ solo, el que alcanzó el mayor número de panículas florales y frutos por planta (50 y 30 respectivamente). Aunque muy inferior a los obtenidos por Pérez et al., (2011), donde lograron incrementos que duplicaron los frutos con respecto a las plantas control.

En el caso de la combinación del PBZ+KNO₃ no se obtuvieron los resultados esperados debido a que el KNO₃ fue utilizado antes que la planta estuviera inducida a florecer y el nitrógeno como elemento de crecimiento, estimuló el desarrollo vegetativo de las ramas. La concentración de nitrógeno en las hojas es otro elemento a tener en cuenta antes de la aplicación del KNO₃, ya que se reconoce que las hojas deben tener concentraciones entre 1.0 hasta 1.4% como máximo para evitar un segundo flujo de brotes vegetativos en los meses posteriores (Menzel et al., 2017).

En la figura 5 (B) se observa que los mayores porcentos de cuajado corresponden al tratamiento de combinación del PBZ+KNO₃, respondiendo a un proceso fisiológico de la planta donde aquellas que presentan mayor floración van a eliminar más cantidad que las que presentan menos flores (Abscisión de las flores). Proceso que está relacionado con la disponibilidad de nutrientes, agua y los factores climáticos que inciden en ese momento. Es por ello que se recomienda en la etapa pico de cuajado del fruto la aplicación de fertilizantes que permitan una mayor disponibilidad y contribuyan a mejorar la calidad del fruto.

La floración del mango en el trópico depende de la edad del brote vegetativo debido que solo hojas maduras (3 a 4 meses) son capaces de sintetizar el promotor floral responsable de diferenciar la yema. El PBZ por su parte ayuda en este proceso de inducción debido que inhibe la síntesis de giberelina (hormona responsable del crecimiento vegetativo) posibilitando que todos los brotes estén en capacidad de florecer de manera homogénea, aunque las condiciones ambientales no sean las mejores. Después del proceso inductivo del PBZ, una vez que las yemas estén diferenciadas se puede aplicar de manera foliar a la planta sales de nitrato que funcionan como iniciadoras del crecimiento y permiten adelantar el proceso (Maloba, 2017).

En las situaciones experimentales ensayadas las condiciones climáticas no fueron favorables para estimular una adecuada inducción de la floración, se realizó apenas 1 aplicación foliar de KNO₃, la que no fue suficiente para reforzar la inducción floral de las yemas y el PBZ no se aplicó de forma correcta. Todo ello conllevó a que los niveles de panículas florales emitidas fueran bajos y que la combinación de PBZ+KNO₃ no alcanzara la sincronización de la inducción de las yemas como se esperaba. Además, al no contar con un programa de fertilización eficiente en la etapa de máxima floración, aquellos tratamientos que emitieron mayor cantidad de panículas florales fueron los de menor porcentaje de cuajado en los frutos.

4.3 Efecto de la aplicación foliar de ácido giberélico (AG₃) en el cuajado de los frutos en las plantaciones de mango (*Mangifera indica* L).

La tabla 3 muestra el promedio de frutos cuajados por panículas florales asperjadas con ácido giberélico (AG₃) luego de inducida la floración.

Tabla 3. Promedio de frutos cuajados por panículas florales asperjadas con ácido giberélico (AG₃).

Tratamiento	Fecha de Aplicación	Números de Frutos/Panículas
AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	11/03/17	0 (b)
Control	11/03/17	0 (b)
AG ₃ (50 mg L ⁻¹)	24/03/17	3,0 (a)
Control	24/03/17	0,5 (b)

Medias con letras diferentes indican significación (ANOVA bifactorial, prueba HSD Tukey, $p < 0.05$). Cada dato representa la media para $n=50$, $EE_A=0,263$.

En la tabla se puede observar que la aplicación foliar de ácido giberélico (AG₃) incrementó el cuajados de los frutos con valores de 3 frutos/panícula con respecto al tratamiento control (0,5 fruto/panic.) en la evaluación realizada el día 24 de marzo. Luego de esta fecha y por los incrementos de las lluvias registrada para ese mes (76 mm) las afectación de los frutillos por la presencia de antracnosis (Ploetz y Freeman, 2009) se manifestó en las plantaciones del experimento, lo que impidió continuar las evaluaciones .

Es conocido que la aplicación exógena de reguladores del crecimiento también tienen efecto en el cuajado y posterior tamaño del fruto.

Los resultados aquí reportados sobre el incremento en el cuajado o amarre de frutos en mango coinciden con los logrados por Chen (1983), Malik y Singh (2006). También en otros frutales como litchi (Singh y Lal, 1980) y níspero (Yahata *et al.*, 2006) se han obtenido incrementos en el porcentaje de cuajado con aplicaciones de CPPU. Así mismo, las aplicaciones AG₃ en vid (Gowda *et al.*, 2006) incrementaron el cuajado lo que coincide con los resultados alcanzados en este estudio.

Por otro lado, se ha visto que la aplicación de 200 mg L⁻¹ de AG₃ a yemas en reposo, estimuló el crecimiento vegetativo tardío en brotes de mango, mientras que concentraciones de 25 y 50 mg L⁻¹ provocaron brotación temprana y crecimiento

reproductivo. Por su parte, Davenport (2008) encontró que 250 mg L⁻¹ de AG₃ causaron retraso en la iniciación floral pero no inhibieron la producción de inflorescencias en yemas axilares de mango.

Hasta el momento, los estudios sobre la inducción floral en plantas Mango demuestran que es evidente que la misma es controlada por una serie de factores que pueden incluir estímulos ambientales, estados de desarrollo, y otras interacciones con el crecimiento vegetativo y empleo de reguladores de crecimiento. También es evidente que rara vez uno de los factores puede ser considerado aisladamente ya que se conjugan muchos de ellos para lograr este estímulo floral en las yemas.

Sin embargo, este estudio preliminar demostró que la aplicación foliar de KNO₃ al 3% incrementó significativamente el número de panículas florales, esta aplicación pudo reforzar el estrés que tenían las plantas por la suspensión del riego (déficit hídrico) y se demostró que la aplicación foliar de AG₃ (50 mg L⁻¹) a las panículas florales incrementó el cuajado de los frutillos de 0,5 en las plantas control a 3 en las plantas tratadas.

4.4 Efecto de la aplicación de sulfato de potasio soluble sobre la calidad de los frutos de mango.

En la tabla 4 aparecen los resultados de los análisis físicos realizados a los frutos de mango en ambos tratamientos experimentales.

Tabla 4. Variables físicas evaluadas en los frutos de mango.

Trat.	Diámetro Polar (cm)	Diámetro Ecuatorial (cm)	Masa (Kg)	Color Ext.	Color Int.
Sulfato	13,8	11,95	1,18	Verde-amarillo	Amarillo-ligero
Cloruro	13,0	12,13	1,07	Verde-amarillo	Amarillo-intenso
Signif.	NS	NS	NS		

Cada dato representa la media para n=20. NS= no significación para t de Student (p< 0.05)

Los resultados muestran que no existieron diferencias estadísticas en las variables evaluadas entre ambos tratamientos, es de destacar que la masa de los frutos superó el kg en ambos tratamientos, lo que los hace comerciable según los requerimientos de la variedad Súper Haden.

En cuanto al color de la pulpa de manera general estuvo enmarcado entre amarillo ligero en el tratamiento de Sulfato y amarillo intenso en el de cloruro y el color de la cascara desarrollaron tonalidades de color verde y verde amarillo. El color de la pulpa se reconoce como un índice práctico y confiable para todos los cultivares e indica el momento de la cosecha en función del mercado y su destino. Mientras que, según Campbell (1992), el color externo de los frutos de mango no debería considerarse como factor de calidad ya que se pueden presentar variedades de mango que no desarrollan un color atractivo en la cáscara, pero sí un excelente sabor, como 'Keitt'. (Carta de colores).

El mango consume importantes cantidades de nitrógeno, potasio, calcio, magnesio y en menor escala otros elementos. Los estudios realizados para determinar las cantidades de nutrientes extraídos para producir una unidad de fruta arrojan resultados que varían, según los cultivares y las regiones en las cuales se ejecutaron los mismos. Los estudios realizados en Cuba, en las condiciones de suelo ferralítico rojo, el Súper Haden ha mostrado que los elementos N y K, son los que en mayor cuantía se extraen en la cosecha y el P es menos extraído. Sin embargo, se reconoce que el K interviene en la mejor calidad de los frutos.

En la tabla 5 se observan los resultados de los análisis químicos realizados a los frutos de mango en ambos tratamientos experimentales.

Tabla 5. Variables químicas evaluadas en los frutos de mango.

Trat.	Sól. Solubles (°Brix)	Ácido Ascórbico (mg/100 mL jugo)	Acidez (%)	Índice Madurez	pH
Sulfato	15,6 b	16,8 a	0,43 b	36,27 a	5,1
Cloruro	16,4 a	14,5 b	0,71 a	23,09 b	4,5
Signif.	*	*	*	*	NS

Cada dato representa la media para n=20. NS= no significación para t de Student ($p < 0.05$)

En la tabla se aprecia que en la variable sólidos solubles totales y acidez los frutos del tratamiento con cloruro fueron significativamente superiores al de sulfato. Sin embargo, en las variables ácido ascórbico e índice de madurez se aprecia que el tratamiento con sulfato alcanza los mayores y significativos valores cuando se comparan con el tratamiento de cloruro. En los frutos los valores de SST se incrementan a medida que avanza el estado de madurez de los frutos y/o el tiempo de almacenamiento, este aumento podría atribuirse al grado de degradación del almidón a azúcar (Mendoza *et al.* 2016).

Los valores de pH obtenidos no muestran diferencias estadísticas entre ambos tratamientos, aunque existe una ligera diferencia entre ambos. Cuando los valores de pH son bajos y los valores de acidez son altos, muestran que los frutos aún estaban inmaduros en el momento de la cosecha, resultados que se aprecian en el tratamiento con cloruro. La literatura refiere que la acidez de los frutos se reduce durante la maduración, no obstante, en la variedad Haden con madurez fisiológica óptima para la recolección, los frutos mostraron valores entre 0,97 y 0,51%.

Por otro lado, se han encontrado que los valores óptimos en frutos de mango al alcanzar la madurez fisiológica deben encontrarse aproximadamente en 15,4% SST y 0,82 de acidez (Hernández *et al.*, 2016). Sin embargo, publican resultados superiores en cuanto al promedio de la acidez titulable en la variedad Haden de 2,17, SST de 10,58 y una relación de sólidos solubles/acidez de 29,04%, lo que es indicativo que las variedades tienen una gran influencia en estos aspectos.

Otros autores plantean que el contenido de SST en mango debe oscilar entre 9 y 15, por lo tanto, aquellos obtenidos por debajo de primer valor deben considerarse como bajos (Jincy *et al.*, 2017). Sin embargo, habría que considerar la variedad y la temperatura de almacenamiento en el momento de la maduración.

La disminución de la acidez titulable puede ser causada por la utilización de los ácidos en la respiración, lo que a su vez está relacionado con un incremento constante en el contenido de los SST y una vez cosechados los frutos, el contenido de SST aumenta a expensas de la hidrólisis del almidón acumulado (Quintero *et al.*, 2013).

En mango el incremento del Índice de madurez se asocia con la degradación de carbohidratos complejos como celulosa, pectinas y hemicelulosas a monosacáridos como glucosa y fructosa (Cárdenas *et al.*, 2012) lo que ayuda a acentuar el dulzor de los frutos.

Estos autores afirmaron que durante la maduración de los frutos del mango ocurren cambios tales como el incremento del contenido de SST y aumento de la relación SST/acidez, así como, la disminución de la acidez, aspectos que se ponen de manifiesto en los frutos del tratamiento de sulfato de potasio (KalifePotesse®) producido por la firma SCPA SIVEX.

CONCLUSIONES

1. El tratamiento con PBZ logró la mayor emisión de panículas florales y frutos por planta (50 y 30 respectivamente), mientras que la aplicación foliar de AG₃ a 50 mg L⁻¹ incrementó el cujado de 0,5 a 3 frutos por panículas.
2. En los frutos las variables físicas (diámetro polar, ecuatorial y peso del fruto) no mostraron diferencias significativas, sin embargo los sólidos solubles y acidez titulable fueron superiores en el tratamiento con cloruro. El tratamiento con sulfato fue significativamente superior en ácido ascórbico y el índice de madurez, cualidades que hacen que la fruta del tratamiento con sulfato tenga una mejor calidad comercial.

RECOMENDACIONES

- 1- Repetir el experimento con vista a reafirmar estos resultados y realizar evaluaciones hormonales endógenas durante el proceso reproductivo y cuajado de los frutos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ACTAF. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT). Primera edición: 2011
- Armando J. Urquiola Cruz, Lisbet González Oliva, Roberto Novo Carbó, Zenia Acosta Ramos. Libro Rojo de la Flora Vascular de la provincia Pinar del Río. Universidad de Alicante. 2010.
- Augstburger, F.; Christine Streit, Joachin Milz, Jorn Berger, Petra Hied y Udo Censkowsky. Agricultura orgánica en el trópico y subtrópico. Mango. Asociación Naturland, Alemania. 2000.
- Badii, M. H., Castillo, J., Rodríguez, M., Wong, A., Villalpando, P. (2007). Diseños experimentales e investigación científica (Experimental designs and scientific research).
- Ballester, R. Gento, A. D, Jiménez, M. D. R., & Vercher, R. (2011). MANEJO DE LAS CUBIERTAS VEGETALES EN CÍTRICOS ECOLÓGICOS VALENCIANOS. *Agricultura y cooperación*, (311).
- Burondkar, M. M., Upreti, K. K., Ambavane, A. R., Rajan, S., Mahadik, S. G., Bhave, S. G. (2016). Hormonal changes during flowering in response to paclobutrazol application in mango cv. Alphonso under Konkan conditions. *Indian Journal of Plant Physiology*, 21(3), 306-311.
- Cabrera E, Salazar C, Flores J. Anacardiaceae. Taxonomía, florística y etnobotánica. Yucatan: Universidad Autónoma de Yucatán; 2010.
- Campbell R (1992) Mangos, a Guide to Mangos in Florida. Fairchild Tropical Garden. Miami, Florida. USA
- Cárdenas-Coronel, W. G., Velez-de la Rocha, R., Siller-Cepeda, J. H., Osuna-Enciso, T., Muy-Rangel, M. D., Sañudo-Barajas, J. A. (2012). Cambios en la composición de almidón, pectinas y hemicelulosas durante la maduración de mango (*Mangifera indica* cv. Kent). *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 18(1), 05-19.
- Chen, W. S. (1983). Cytokinins of the developing mango fruit: isolation, identification, and changes in levels during maturation. *Plant physiology*, 71(2), 356-361.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Coelho, E. F., Batista, L. S., Alves, A. A. C. (2014). Flowering and fruit set of mango in different doses of paclobutrazol (PBZ). *Enciclopédia Biosfera*, 10(19), 1117.59:477-482.
- Corrales-Bernal A., M. E. Maldonado, L. A. Urango, M. C. Franco y B. A. Rojano (2014) Mango de azúcar (*Mangifera indica*), variedad de Colombia: características antioxidantes, nutricionales y sensoriales. *Revista Chilena de Nutrición* 41:312-318
- Cruz-Hernández, A., & Gómez-Lim, M. A. (1995). Alternative oxidase from mango (*Mangifera indica*, L.) is differentially regulated during fruit ripening. *Planta*, 197(4), 569-576.
- Cull, B. W. (1989, September). Mango crop management. In *III International Mango Symposium 291* (pp. 154-173).
- Davenport TL (2008) Reproductive physiology. In: Litz RE (ed), *The Mango, Botany, Production and Uses*. 2nd Edition. CAB International, Wallingford Oxon. In press.
- Davenport, T. 2007. Reproductive Physiology of mango Braz. J. Plant Physiology. Vol.19. No.4. pp. 363 -376.
- Delgado, E. R., Pérez, H. G., Castellanos, L. (2015). Zonificación agroecológica para el cultivo del mango (*Manguifera indica* L.) en la Unidad especial de frutales de Cienfuegos. *Centro Agrícola*, 42(1), 83-89.
- FAOSTAT (2016) Food and agriculture organization of the United Stated Nations (FAOSTAT). Available www.fao.org/faostat/. Accessed 20 de septiembre 2018.
- García, J. 2010. Fenología del cultivo del mango (*Mangifera indica* L.) en el alto y bajo Magdalena: bases conceptuales para su manipulación (en línea). Bogotá, Colombia, CORPOICA. Consultado el 3 de octubre de 2016. Disponible en <http://www.fedemango.com.co/pdf/fenologia-para-el-cultivo-de-mango%20-en-el-alto-y-bajo-magdalena.pdf>
- González-Altozano, P., & Castel, J. R. (2003). Regulated deficit irrigation in" Clementina de Nules" citrus tree, 2. Effects on vegetative growth. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 1(2), 93-101.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- González-Altozano, P., & Castel, J. R. (2003). Riego deficitario controlado en 'Clementina de Nules'. I. Efectos sobre la producción y la calidad de la fruta. *Span J Agric Res*, 1(2), 81-92.
- Hernández, M. D. P. L., Aldana, A. P. S., Montoya, J. A. V. (2016). Physicochemical Characteristics of seed fat for twenty mango (*Mangifera indica* L.) Cultivars in Colombia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 38(1), 10-21.
- Jincy, M., Djanaguiraman, M., Jeyakumar, P., Subramanian, K. S., Jayasankar, S., Paliyath, G. (2017). Inhibition of phospholipase D enzyme activity through hexanal leads to delayed mango (*Mangifera indica* L.) fruit ripening through changes in oxidants and antioxidant enzymes activity. *Scientia Horticulturae*, 218, 316-325.
- Johnson, L. K.; Malladi, A. and NeSmith, S. 2011. Differences in cell number facilitate fruit size variation in rabbiteye blueberry genotypes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 136(1):10-15.
- Khan AS, Ali S, Khan IA. Morphological and molecular characterization and evaluation of mango germplasm: An overview. *Sci Hortic.* 2015; 194: 353-366.
- Khurana, S., Hollingsworth, A., Piche, M., Venkataraman, K., Kumar, A., Ross, G.M. y Tai, T.C Antiapoptotic actions of methyl gallate on neonatal rat cardiac myocytes exposed to H₂O₂. *Oxid Med Cell Longev.* 2014; 2014: 9.
- Kulkarni, S. G., Kudachikar, V. B., Vasantha, M. S., Prakash, K., Aravinda Prasad, B., & Ramana, K. V. R. (2004). Studies on effect of ethrel dip treatment on the ripening behaviour of mango (*Mangifera indica* L.) variety 'Neelum'. *Journal of Food Science and Technology*, 41(2), 216-220.
- Llauger Riverón, R. 2013. "Desarrollo de los frutales". Diplomado de Administración Pública, Cuba. 62 pp,
- Lucero-Jara OR. La producción, comercialización y exportación del mango en el Ecuador período 2007- 2009. [Tesis de Licenciatura]. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador; 2011. p. 51.
- Maloba, S., Ambuko, J., Hutchinson, M., Owino, W. (2017). Off-Season Flower Induction in Mango Fruits Using Ethephon and Potassium Nitrate. *Journal of Agricultural Science*, 9 (9), 158.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Mango[Internet]. México: Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. [actualizado 25 Jul 2012; citado 07 Dic 2013]. Disponible en: <http://w4.siap.sagarpa.gob.mx/AppEstado/Monografias/Frutales/Mango>.
- MAZA ÁVILA, F., Fontalvo Herrera, T. J., & Vergara Schmalbach, J. C. (2011). Análisis de las cadenas productivas hortofrutícola del sur de Bolívar: un análisis bajo el enfoque de la simulación prospectiva.
- Méndez, M. (2004). Efecto de cinco reguladores del crecimiento en el prendimiento de la flor, amarre y tamaño del fruto de mango (*Mangifera indica*.), variedad Tommy Atkins, en el progreso, Guatemala. *El Progreso, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad De San Carlos, Facultad de Agronomía*.
- Mendoza-Corvis, F. A., Arteaga, M., Pérez, O. (2016). Comportamiento de la vitamina C en un producto a base de lactosuero y pulpa de mango variedad Magdalena River (*Mangifera Indica*.) durante el secado por aspersión. *Revista chilena de nutrición*, 43(2), 159-166.
- Menzel, C. M., Le Lagadec, M. D. (2017). Can the productivity of mango orchards be increased by using high-density plantings?. *Scientia Horticulturae*, 219, 222-263.
- Ministerio de la Agricultura y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) 2011.
- Mora, J., Gamboa, J., y Elizondo, R., 2002. Guía para el cultivo de Mango (*Mangifera indica*) en Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería
- Mudau, F. N., Mabusela, J. y Wonder, N. Proximate, chemical compositions and Sulphur concentrations on quality of selected dried mango (*Mangifera indica* L.). uir.unisa.ac.za
2013. <http://uir.unisa.ac.za/bitstream/handle/10500/10440/>
- Naranjo Romero, J. P. (2016). Efecto del boro, zinc y manganeso sobre la floración, rendimiento y calidad de fruto del mango *Mangifera indica* L. cv. tommy atkins (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil).
- Noriega Cantú, D. H., Cruzaley Sarabia, R., Leyva Mayo, A., & Lorenzana Arzeta, F. (2014). Guía para el manejo de mango manila y ataulfo, en las Costas de Guerrero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pérez, M.H.; Osuna, T.; Avitia, E.; Gutiérrez, M.A.; Santiago, M.J.; Ramírez, H.; Cano, R. (2016). Prohexadiona de calcio reduce crecimiento vegetativo e incrementa brotación floral en mango 'Ataulfo'. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* vol.7 no.2 Texcoco.
- Pérez-Barraza, M. H., Osuna-García, J. A., Sánchez-Lucio, R., Vázquez-Valdivia, V. (2011). El paclobutrazol como promotor de la floración en mango'manila', aún sin condiciones ambientales inductivas. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 17(SPE. 1), 47-52.
- Pérez-Barraza, M. H., Vazquez-Valdivia, V., & Osuna-Garcia, 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.
- Ploetz, R. C., & Freeman, S. (2009). Foliar, floral and soilborne diseases. *Litz RE (2nd ed.). The mango: botany, production and uses. CAB International, Wallingford, United Kingdom. 669p. [https://dx. doi. org/10.1079% 2F9781845934897. 0000](https://dx.doi.org/10.1079%2F9781845934897.0000), 231-302.*
- Quintero C, Victor R., Giraldo G, German.L, Lucas A., Juan Vasco L, Jose (2013). Caracterización fisicoquímica del mango común (*Mangifera indica* L.) durante su proceso de maduración. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 11(1), 10-18.
- Ramírez, F., & Davenport, T. L. (2010). Mango (*Mangifera indica* L.) flowering physiology. *Scientia Horticulturae*, 126(2), 65-72.
- Razek A E A E, Abdallah A S E and Saleh M M S. 2013. Foliar spray of some nutrient elements and antioxidants for improving yield and fruit quality of Hindi mango trees. *Middle-East Journal of Scientific Research* 14(10): 1 257–62.
- Rebolledo-Martínez, A.; Ángel-Pérez, A.L.; Rey Moreno, J. (2008). Effects of Paclobutrazol and KNO₃ over flowering and fruit quality in two cultivars of mango manila. *Interciencia*. Vol. 33 N. 7.
- Reichstein, M., Tenhunen, J. D., Rouspard, O., Ourcival, J. M., Rambal, S., Miglietta, F., ... & Valentini, R. (2002). Severe drought effects on ecosystem CO₂ and H₂O fluxes at three Mediterranean evergreen sites: revision of current hypotheses?. *Global Change Biology*, 8(10), 999-1017.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (2000). *Fisiología de las plantas: desarrollo de las plantas y fisiología ambiental* (No. QK711. 2 S3418 V. 3). Paraninfo.
- Sauco, Victor G. 2008. El cultivo del Mango. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias
- Scholefield, P. B., Oag, D. R., & Sedgley, M. (1986). The relationship between vegetative and reproductive development in the mango in northern Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 37(4), 425-433.
- Singh, U. R., & Tripathi, J. S. (1978). Effect of foliar spray of potassium nitrate and sodium dihydrogen orthophosphate on physicochemical quality of mango fruits. *Punjab horticultural journal*.
- Sudha, R., Balamohan, T. N., Soorianathasundaram, K. (2012). Effect of foliar spray of nitrogenous chemicals on flowering, fruit set and yield in mango (*Mangifera indica* L.) cv. Alphonso. *Journal of Horticultural Science*, 7(2), 190-193.
- Unión Europea, Ministerio de Economía de Guatemala, (UE, MINECO), 2007. Mango Ficha Técnica / 26 / Unión Europea. (En línea), consultado el: 11 de septiembre del 2010. Disponible en: <http://www.minec.gob.sv/cajadeherramientasue/images/stories/fichas/guatemala/gt-mango.pdf>).
- USDA National Nutrient Database for Standard Reference. Beltsville, U.S.A.: USDA Nutrient Data Laboratory, and the Food and Nutrition Information Center and Information Systems Division of the National Agricultural Library. 2011 <http://ndb.nal.usda.gov/>. Consultado el 12 de Mayo del 2014
- Zambrano, J., Materano, W. (1999). Efecto del tratamiento de inmersión en agua caliente sobre el desarrollo de daños por el frío en frutos de mango. *Agronomía tropical*, 49(1), 81-92.