

**Universidad de Matanzas
Facultad de Ciencias Agropecuarias**



**Tesis presentada en opción al Título de
Especialista en Fruticultura Tropical**

**Matanzas
2018**



UNIVERSIDAD DE MATANZAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



COMPORTAMIENTO EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVAR DE MANGO SUPER HADEN EN LAS CONDICIONES DE JAGÜEY GRANDE

Tesis presentada en opción al Título de
Especialista en Fruticultura Tropical

Autor: Ing. Osniel Jova Planche

Tutores: MSc Roberto Luzbet Pascual
MSc. Jesús Castro Barreto

Jagüey Grande
2018

DEDICATORIA

A la memoria de mi madre.

A la revolución cubana que me ha dado la posibilidad de alcanzar el logro de ser un profesional.

A mis hijos, fuentes de inspiración.

A mi esposa por su incondicional apoyo.

A mi papá guía inseparable en mi vida.

AGRADECIMIENTO

A mis tutores Msc Roberto Luzbet Pascual, MSc. Jesús Castro Barreto y Dr. C. Miguel Aranguren González por las sugerencias dadas, por sus enseñanzas y oportunos señalamientos.

A todos los profesores que contribuyeron a mi formación profesional con sus enseñanzas. En especial al Dr. C. Ramón Liriano González.

Al personal de la estación de meteorología de Jagüey Grande.

A todos los que de una forma u otra colaboraron en la realización de este trabajo.

Para todos los que de una forma u otra me apoyaron.

Muchas gracias.

RESUMEN

El mango *Mangifera indica* (L.) se considera la especie de mayor importancia de la familia de las Anacardiáceas, y ocupa el tercer lugar a nivel mundial entre las producciones de frutales de importancia. El trabajo se desarrolló entre los años 2016 y 2017 en una parcela de mango del cultivar 'Super Haden' en el Lote J-12, Cuadrante 4, Banda C y D, que corresponden a la Unidad Empresarial de Base, granja 5. Los estadios fenológicos de floración y crecimiento de los frutos, se evaluaron en 10 plantas seleccionadas al azar, donde se evaluó entre noviembre y marzo. La influencia de las variables climáticas, se determinó a partir de las bases de datos climáticos registrados. A partir de realizada la poda se efectuaron mediciones cada cinco días del largo de las panículas brotadas. La producción se estimó en (kg/planta). El análisis económico se basó en el cálculo de los resultados que genera este cultivo para la Empresa. La floración masiva del mango 'Super Haden' se presenta entre la segunda decena de diciembre y la primera decena de marzo. Los frutos alcanzan los requisitos mínimos para su cosecha a los 135 ± 11 . La producción del mango alcanzó valores entre 96,4 y 157,8 kg/planta. La calidad interna de los frutos en la cosecha se determinó en función del °Brix que alcanzó valores entre 11,4 y 13,5. Las plantas podadas mostraron diferencia significativas en cuanto a la longitud de las panículas

Palabras claves: clima, mango, producción, poda.

INDICE	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Generalidades sobre el cultivo del mango	4
2.1.1. Origen de la especie	4
2.1.2. Descripción botánica	5
2.1.3. Cultivares de mango	7
2.2. Fases fenológicas en el mango	8
2.2.1. Desarrollo vegetativo.....	8
2.2.2. Desarrollo reproductivo	9
2.2.3. Crecimiento y desarrollo del fruto	10
2.3. Requerimientos climáticos para el cultivo del mango	11
2.3.1. Efectos de la temperatura	11
2.3.2. Efectos de las precipitaciones y la humedad del suelo	15
2.3.3. Efectos de la iluminación y del viento	17
2.3.4. Requerimientos edáficos.....	17
2.4. Atenciones culturales y manejo de la plantación	18
2.4.1. Riego y nutrición	18
2.4.2. Poda del mango	20
2.4.3. Manejo de la floración	27
2.4.4. Plagas y enfermedades del mango	27
2.5. Producción y calidad del mango.....	29
2.5.1. Producción y criterios de recolección	29
2.5.2. Calidad de los frutos y normas de comercialización	32
3. MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1. Ubicación, clima y suelo de la localidad.....	34
3.2. Floración del mango ‘Super Haden’ y efectos del clima en Jagüey Grande	35
3.2.1. Fechas de floración masiva	35
3.2.2. Influencia de variables del clima en las fechas de floración	35
3.3. Efectos de la poda en el cultivar de mango Super Haden	36
3.3.1. Efecto de la poda en el desarrollo de la panícula	36
3.3.2. Efecto de la poda mecanizada en la floración del cultivar Super Haden	36

3.4. Inicio de la cosecha y crecimiento de los frutos en el cultivar ‘Super Haden’	36
3.4.1. Determinación de los días para el inicio de la cosecha	36
3.5. Comportamiento de la producción y calidad de los frutos	37
3.6. Evaluación económica	37
3.7. Programas estadísticos utilizados	38
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1. Floración del mango ‘Super Haden’ y efectos del clima en Jagüey Grande	39
4.1.1. Fechas de floración masiva	39
4.1.2. Influencia de variables del clima en las fechas de floración	40
4.2. Efectos de la poda en el cultivar de mango ‘Super Haden’	42
4.2.1. Efecto de la poda en el desarrollo de la panícula	42
4.2.2. Efecto de la poda mecanizada en la floración del cultivar ‘Super Haden’	43
4.3. Inicio de la cosecha de los frutos en el cultivar de mango ‘Super Haden’	50
4.3.1. Determinación de los días para el inicio de la cosecha	50
4.4. Comportamiento de la producción y calidad de los frutos	51
4.5. Evaluación económica	53
5. CONCLUSIONES	54
6. RECOMENDACIÓN.....	54
7. BIBLIOGRAFÍA	56

1. INTRODUCCIÓN

El mango *Mangifera indica* (L) se considera la especie de mayor importancia de la familia de las Anacardiáceas, y ocupa el tercer lugar a nivel mundial entre las producciones de frutales de importancia, después del banano y la piña; así como el quinto lugar en las exportaciones de frutos (López, 2008) Este frutal se cultiva actualmente en más de 100 países ubicados entre los 36 grados latitud Norte y los 33 grados latitud Sur, lo que permite la oferta de mango en los mercados durante todo el año (Pérez *et al.*, 2008).

En el escenario internacional, el cultivo del mango alcanza una gran demanda por la aceptación de sus frutos en el mercado para consumo en fresco y como materia prima para la industria de concentrados, jugos y confituras, entre otros. Por el alto contenido en antioxidantes naturales, es una fruta de gran interés dietético y nutricional, además de que contiene fibra y β caroteno (Prieto *et al.*, 2015).

A nivel mundial, el cultivo del mango se encuentra ampliamente distribuido en regiones con clima cálido de los países asiáticos y latinoamericanos, y en general se cultivan en todo el mundo alrededor de cuatro millones de hectáreas y se producen cerca de 28 millones de toneladas de frutos anuales, que generan fuentes de empleo y mayores ingresos económicos (Pérez *et al.*, 2008).

En el continente americano se destaca México como el principal país exportador dada la importancia de sus producciones cuyo mayor volumen se comercializa en los Estados Unidos, Canadá y Japón (Pérez y Almaguer, 2008). A partir del año 2006, otros países como Brasil, Perú, Ecuador y Belice, también han aumentado su participación en el mercado estadounidense (Ayala *et al.*, 2009).

En Cuba, después del triunfo revolucionario, por la importancia de la diversificación de las producciones agrícolas, el cultivo del mango pasó de arboledas aisladas, a la concepción de áreas y producciones de empresas estatales. Las producciones han mantenido un crecimiento constante, con una cifra de 129 303 toneladas en unas 27 291 ha plantadas hasta ese momento y 3 152 ha como nuevos fomentos en el 2009,

para un total de 8 200 ha en esa etapa, lo cual evidencia el gran auge de este frutal (Farrés, 2015).

A partir del año 1997 la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón” en el municipio Jagüey Grande, provincia de Matanzas, inició un grupo de transformaciones para desarrollar otras producciones que no estuvieran solo enmarcadas en la producción de frutos cítricos; de ahí que se comenzara con la diversificación de las producciones y dentro de estos objetivos se potenció la siembra de plantaciones de mango.

El inventario de las plantaciones de mango en la referida entidad, indica que las primeras áreas se establecieron en el año 1998, pero no fue hasta el 2000 en que se dio un mayor impulso al desarrollo de este cultivo, que en la actualidad cuenta con un total de 2250.291 hectáreas plantadas de este frutal, de ellas 361 284 ha de fomentos y 1 889 007 ha de producción. Dentro de los cultivares de mango que se desarrollan en esta zona, la variedad ‘Tommy Atkins’ se encuentra plantada en 711 340 ha y ‘Super Haden’ en 934 092 ha. En UEB Granja 5 existe un total de 850 745 ha de mango de las cuales 236 639 ha de fomentos y 614 106 ha de producción, dentro de los cultivares se cuenta con 396 454 ha de Super Haden, 387 956 ha de Tommy Atkins y 66 335 ha de Kent (Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón” [EAVG], 2018).

Esta distribución pone de manifiesto que el cultivar ‘Super Haden’ ocupa más del 83.94 % de las áreas plantadas en producción, y el hecho de ser una selección cubana en pleno desarrollo en Jagüey Grande, hace que sea de gran interés el estudio de su comportamiento en estas condiciones.

Problema

En las condiciones de la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón” no existen antecedentes en cuanto al comportamiento del cultivar ‘Super Haden en las variables, floración, crecimiento de los frutos, fechas de maduración, y respuesta a la poda.

Hipótesis

Si se determina los antecedentes en cuanto al comportamiento del cultivar 'Super Haden en las variables, floración, crecimiento de los frutos, fechas de maduración, y respuesta a la poda entonces se podrá definir estrategias para la cosecha.

Objetivo General

Determinar el comportamiento del cultivar 'Super Haden en las variables, floración, crecimiento de los frutos, fechas de maduración, y respuesta a la poda.

Objetivos Específicos:

- Definir las fechas de floración y el comportamiento del crecimiento de los frutos para el cultivar de mango 'Super Haden' bajo la influencia de las variaciones en las temperaturas y precipitaciones en las condiciones de Jagüey Grande.
- Establecer relaciones entre las variables de crecimiento del fruto para implantar indicadores del momento de inicio de la cosecha en el cultivar de mango analizado.
- Determinar las variaciones anuales en la producción y calidad de los frutos en la cosecha en función de la edad de la plantación y el año climático.
- Definir la influencia de la poda en la aparición de brotes de florales.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Generalidades sobre el cultivo del mango

2.1.1. Origen de la especie

El mango *Mangifera indica* (L.), pertenece a la Clase Dicotiledóneas, Subclase Rosidae, Orden Sapindales, Suborden Anacardiineae, Familia Anacardiáceas, Genero Mangifera, Especie *Mangifera indica* L. (Martínez *et al.*, 2017). Comprende 69 especies y aproximadamente 16 de ellas tienen frutos comestibles, con gran número de variedades que se diferencian por la zona de cultivo, color de la piel y la pulpa, sabor, aroma y tamaño del fruto entre otras características (Prieto *et al.*, 2015).

La zona de origen de este género es el sudeste de Asia y va desde los 27° de latitud norte hasta casi los 5° sobre el Ecuador, aunque se plantea que pudo haberse originado en la zona de Assam (India) y la antigua Birmania, donde aún hoy existen poblaciones silvestres; en las laderas bajas del Himalaya o incluso en zonas cercanas a Nepal o Bután (Silva *et al.*, 2012).

Los mangos han sido cultivados en la India por más de 4 000 años, es por esta razón que se considera su cultivo tan viejo como esa civilización. En ese país existen hoy más de 1000 variedades de mango que tiene una relación directa con la religión y los ritos de ese pueblo. Sin embargo, en el resto del mundo es relativamente reciente su cultivo, que responde a la apertura de las rutas comerciales marítimas en el siglo XVI (López, 2008).

Los portugueses llevaron el mango al continente africano y con posterioridad a las costas de Brasil en América, desde donde se distribuye al resto del Continente Americano llegando a Veracruz, en el Golfo de México, procedente de la Isla de Barbados. Por otra parte, los españoles lo introducen por las costas del Estado de Guerrero, México en 1779, vía Océano Pacífico desde las Filipinas y de aquí se introduce en La Florida por Cabo Sable en 1833 (López, 2008; Pérez y Almaguer, 2008).

El continente asiático, además de ser el lugar de origen del mango, es el principal productor de esta fruta, con un 76,1% de la producción mundial; mientras que el continente americano es el segundo mayor productor con el 14,06% (Silva *et al.*, 2012).

Entre los principales países productores se destacan la India, Pakistán, Indonesia, México, Brasil y las Filipinas y entre otros productores importantes se destacan, Australia, África del Sur, Israel, Egipto y los Estados Unidos (Crane y Campbell, 2012). El Continente Asiático además de ser el lugar de origen del mango es el principal productor de esta fruta, con un 76,1% de la producción mundial; mientras que el Continente Americano es el segundo mayor productor con el 14,06% (Silva *et al.*, 2012).

2.1.2. Descripción botánica

El árbol, hojas y raíces

La copa del árbol de *Mangifera indica* (L.), generalmente tiene forma oval, alargada o como cúpula, la corteza del tallo es gris oscura, gruesa, rugosa, con pequeñas fisuras y escamas (Prieto *et al.*, 2015); y se plantea que la copa del árbol del mango es densa, siempre verde, con tallo erecto y bien ramificado (López, 2008).

Las hojas son alternas, dispuestas en espiral, simples, enteras, algo coriáceas de forma variable entre elípticas y lanceoladas y oscilan entre 8 y 40cm de longitud. El color de las hojas jóvenes varía según los cultivares, y estas diferencias de color se utilizan para la identificación varietal (Galán, 2017).

En estudios realizados por López (2008) se plantea que las hojas brotan en racimos rojizos que inicialmente cuelgan, y con posterioridad toman una posición más horizontal, se ponen verdes y permanecen en el árbol de uno a tres años. El crecimiento se produce en flujos en cada terminal, y su número depende de las condiciones de temperatura, durante la fase de desarrollo de la planta y del cultivar.

Se plantea que la raíz del mango es pivotante (Prieto *et al.*, 2015) y pueden alcanzar una profundidad de seis metros. En su mayoría las raíces absorbentes se encuentran

en los primeros 50 cm, y en sentido horizontal hasta los ocho metros desde el tronco. Según Cull (2011) el crecimiento alterno de las raíces después de la emisión de los brotes vegetativos, se debe a las altas concentraciones de auxinas transportadas desde éstos.

Davenport y Núñez (2017) señalan que las raíces nuevas son fuentes de citoquininas que se transportan a través del xilema, hacia los brotes vegetativos; mientras que las auxinas son inhibidoras de la brotación vegetativa y refuerza la dominancia apical.

La raíz del mango es pivotante (Prieto *et al.*, 2015); y pueden alcanzar una profundidad de seis metros. En su mayoría las raíces absorbentes se encuentran en los primeros 0.50 m, y en sentido horizontal hasta los ocho metros desde el tronco, plantean estos autores

Las flores y los frutos

El mango es una planta monoica pero polígama, presenta flores hermafroditas y masculinas y puede producir inflorescencias basales y/o axilares. El número de flores varía entre 200 y 10 000, según el cultivar, condiciones climáticas, posición en el árbol, época de emisión y productividad del árbol. Las flores son pequeñas (5-10 mm de diámetro) y pentámeras, o sea, con cinco sépalos pequeños y verdes y cinco pétalos pequeños de color variable, pero de tonos rojos, verdes o amarillos (Galán, 2009).

Las flores son hermafroditas y masculinas en la misma panícula con predominancia de las últimas. En las flores hermafroditas el ovario (inexistente o extremadamente reducido en las masculinas) es súpero, globoso, brillante y de color amarillo, presentando un estilo de inserción lateral de similar longitud que el estambre, curvado hacia arriba, liso y con un solo estigma (Kosterman y Bompard, 2013).

La inflorescencia es una panícula muy ramificada, que varía de angosta hasta cónica y puede tener de 10 a 60 cm de largo. Usualmente tiene brácteas, pero puede no tenerlas y sus ramificaciones son terciarias o a veces cuaternarias, y en la punta forman una cima (López, 2008).

La polinización del mango es esencialmente entomófila, los principales polinizadores son los insectos dípteros, siendo la mosca casera un importante polinizador. También se han citado otros polinizadores: himenópteros (abeja), lepidópteros y heterópteros (Galán, 2017).

El fruto es una drupa carnosa con una pulpa comestible (mesocarpo) y un hueso leñoso (endocarpo) alrededor de la semilla. Un fruto puede pesar de 0,1 a 2 kg. La semilla presenta una cubierta doble consistente en dos capas papiráceas que rodean, los dos cotiledones carnosos y de uno a varios embriones. Los cultivares monoembriónicos contienen un embrión cigótico o sexual, y los cultivares poliembriónicos contienen dos o más, uno puede ser cigótico y todos los demás nucelares (López, 2008).

2.1.3. Cultivares de mango

Los cultivares de mango se dividen en dos grupos: Monoembriónicos y Poliembriónicos. El grupo Monoembriónico es de origen hindú, la fruta es casi siempre amarilla con chapas de tinte purpúreo o rojizo variable en intensidad y necesita de la fecundación cruzada para formar su embrión. El grupo Poliembriónico, se emplea principalmente para patrones, procede de Indochina, la fruta madura es generalmente de color entre verde pálido y amarillo, aunque en ocasiones presenta un ligero tinte rosado (Mora *et al.*, 2012).

Los cultivares que se recomiendan para establecer plantaciones comerciales se clasifican de acuerdo con su época de maduración en tempranos (Ataulfo, Manila, Kensington, Edward y Haden), intermedios (Tommy Atkins, Alphonso, Dashehari, Julie y Nam Doc Mai) y tardíos (Heidi, Keitt, Kent y Palmer) no obstante existe una lista numerosa de cultivares de mango disponibles para su cultivo (Pinto *et al.*, 2009).

En Cuba las principales variedades cultivadas son selecciones de formas locales o introducidas de otras regiones especialmente de la Florida. Entre los cultivares locales más difundidos en la actualidad se destacan, Super Haden, Corazón, Chino, Reina de México, Bizcochuelo, Minin, La Paz, Hilacha o Manga amarilla, Manga

Blanca, Toledo, Filipino, Mameyzón y Emperador y dentro de los materiales introducidos se encuentran Haden, Tommy Atkins, Keitt y Kent (Capote, 2012).

2.2. Fases fenológicas en el mango

2.2.1. Desarrollo vegetativo

El mango es una especie ramificada en la que el crecimiento vegetativo y la fase reproductiva están separados en el tiempo para cada terminal, pero no para el total del árbol (Huete, 2017). El crecimiento de los brotes vegetativos, se caracteriza por un crecimiento periódico (no continuo) del brote originado por la actividad rítmica del meristemo apical, entrada en fase de latencia y nuevo crecimiento vegetativo y/o iniciación floral, mientras que la floración ocurre siempre tras un período de reposo (Galán, 2009).

El conocimiento del modelo de crecimiento del mango es muy importante para el establecimiento y manejo del cultivo. Al contrario de otras plantas frutícolas, este presenta un crecimiento intermitente, caracterizado por la emisión de flujos vegetativos y reproductivos (Avilán, *et al.*, 2011) coinciden en plantear que el crecimiento no continuó del mango se debe entre otras circunstancias a que la floración paraliza el crecimiento vegetativo de los terminales en que esta ocurre.

En el mango pueden ocurrir tres o cuatro flujos vegetativos por año dependiendo de las variedades y las condiciones de cultivo, y son originados en las yemas apicales y/o laterales de las ramas. Generalmente los períodos de reposo del crecimiento son cortos en las plantas jóvenes, pero pueden durar más de ocho meses en las plantas adultas (Silva, 2008).

Los estudios fenológicos realizados en el cultivar 'Haden', indican que durante el ciclo de producción anual se producen tres flujos vegetativos de gran intensidad. El primero ocurre después de la cosecha, el segundo antes de la época de floración y el tercero a finales de la época de fructificación (Cumare y Avilán, 2014).

Se pueden desarrollar tres tipos de brotes después de un período de dormancia: vegetativo (origina las hojas); generativo (determina la inflorescencia o panícula) y

mixtos (compuestos de hojas e inflorescencias) en las axilas de las hojas. La duración de cada período de crecimiento depende de las condiciones edafoclimáticas (Silva, 2008).

Chacko y Turnbull (2012) determinaron en Australia que el brote y la expansión foliar en un flujo individual ocurre rápidamente durante un período de dos semanas. En la India, Chowdhuri y Rudra, citados por (Ferrari y Sergent, 2016) indican que cada período vegetativo dura de 30 a 45 días; los 15 ó 20 primeros días son utilizados para el desarrollo del brote en longitud y diámetro y los restantes para completar la maduración, cerrando así el período activo.

El proceso cíclico de brotación, tanto vegetativa como reproductiva, en las ramas en reposo es común en todos los cultivares de mango. Las brotes vegetativos, en desarrollo son fuentes de auxinas y giberelinas que están envueltas en el proceso de regular el tiempo entre las brotaciones (Davenport, 2009).

El mango puede producir cinco tipos distintos de brotes (Davenport y Núñez, 2017) que son: brotes vegetativos (sólo hojas), inflorescencias puras (sólo flores), brotes mixtos (hojas y flores; estas últimas casi siempre en las axilas de las hojas), brotes de transición vegetativo a floral (hojas en la parte inferior y flores en la superior), brotes de transición floral a vegetativa (flores en la parte inferior y hojas en la superior) y brotes quiméricos (flores a un lado y hojas al otro).

2.2.2. Desarrollo reproductivo

Se plantea que en los subtrópicos la floración tiene ocurrencia entre los meses de enero a la última decena de abril, y el crecimiento de los frutos ocurre a partir de la tercera decena del mes de marzo hasta mediados de septiembre (Galán, 2008). En contraste con muchos frutales de hoja caduca, el intervalo entre diferenciación floral y emergencia de la panícula es más reducido y puede ser tan corto como 29 días (Goguey, 2007).

Según Avilán y Rengifo (2012) la ocurrencia de los flujos dependen en gran parte de las condiciones climáticas, la variedad, edad del árbol y el volumen de frutos en la

cosecha anterior; por otra parte, argumentan que la diferenciación floral tiene lugar después de un período de reposo aparentemente obligatorio y prolongado de la yema terminal, el que tiene una duración de cuatro a cinco semanas, dependiendo del cultivar y de las condiciones ambientales.

Estudios realizados por López (2008) indican que la apertura de la flor se inicia por la noche y la apertura total ocurre de 9:00 a 10:00 a.m. y se destaca que tanto la humedad relativa como la temperatura tienen poca influencia sobre la antesis y la dehiscencia. Sin embargo, en días nublados con alta humedad relativa, estas funciones pueden retardarse y el período de floración varía de 20 a 25 días.

Las giberelinas parecen ser las hormonas más activas en la regulación de la floración en el mango (Davenport y Núñez. 2017). Estudios del papel de éstas hormonas en la floración de esta especie han confirmado que estimulan la brotación vegetativa e inhiben la generativa (Albuquerque *et al.*, 2012).

Estudios del papel de las giberelinas en la floración del mango han confirmado que éstas hormonas estimulan la brotación vegetativa e inhiben la generativa (Rojas y Leal, 2007). En cuanto a la inducción de la floración por bajas temperaturas es un hecho sobradamente estudiado (Davenport y Núñez 2017; Galán, 2017) que las temperaturas diurnas/nocturnas de 30/25°C conducen a brotaciones vegetativas, mientras que aquellas en un entorno de 18/10°C inducen la floración.

Autores como Davenport (2009) y Avilán *et al.* (2011) coinciden en plantear que el crecimiento no continuo del mango está relacionado, entre otras circunstancias a la aparición de la floración que paraliza el crecimiento vegetativo de los terminales en que esta ocurre.

2.2.3. Crecimiento y desarrollo del fruto

Estudios clásicos han determinado que la estimación o cuantificación del crecimiento y desarrollo de muchos frutales, puede realizarse a través de los aumentos en masa o volumen, bien sea fresca o seca o a través del crecimiento relativo de la masa fresca y seca o del diámetro polar y ecuatorial de los frutos (Laguado *et al.*, 2012).

El patrón de crecimiento de los frutos de mango es sigmoïdal y se divide en tres fases que se caracterizan por la alternancia de crecimiento entre el fruto y el embrión; no obstante, también se ha dividido el crecimiento del fruto de acuerdo con su estado fisiológico en cuatro fases, que dependen del momento de la fertilización. En Brasil se ha estimado que el tiempo que el fruto de mango necesita para completar su desarrollo hasta la maduración es de 90 días, lo que depende de la variedad, las condiciones climáticas, el número de hojas y las prácticas culturales (Teixeira de Castro y Reinhardt, 2013).

Guzmán *et al.* (2016) determinaron que los frutos de mango muestran una etapa de máxima división celular a partir de los 21 a 41 días después de la fecundación. Entre los 42 y 83 días se registró la máxima etapa de crecimiento por elongación celular, que representa un 64,5% del volumen total de agua desplazada por el fruto, entre los 42 y los 101 días de crecimiento en que se alcanza la madurez fisiológica. Después de la madurez fisiológica (a partir de los 102 días) se presenta la senescencia y hasta los 131 días el volumen de agua desplazada por el fruto no cambia y se alcanza la madurez de consumo.

El cambio del crecimiento que comprende un incremento en la maduración hacia la senescencia, en los frutos fisiológicamente climatéricos como el mango, se caracteriza, por una disminución en la intensidad de los cambios bioquímicos, que se inicia con la producción auto catalítica de etileno (Guzmán *et al.*, 2016).

2.3. Requerimientos climáticos para el cultivo del mango

2.3.1. Efectos de la temperatura

Se plantea que en la zona tropical el mango se desarrolla bien hasta los 1 200 metros sobre el nivel del mar, pero los mejores resultados se logran a elevaciones menores de 600 metros (Martínez *et al.*, 2008). El conocimiento del ciclo fenológico del mango, en función de las variaciones climáticas a lo largo del año, es de vital importancia para el manejo correcto de los árboles y obtener mejores rendimientos (Cull, 2011).

La temperatura ejerce una influencia importante, tanto en relación del número de hojas producidas en cada flujo vegetativo como en el tamaño de las hojas. Se ha señalado que a temperaturas diurnas/nocturnas de 30/25°C se produce casi el doble de hojas que a 20/15°C (Huete, 2017).

Las yemas en función de los regímenes de temperaturas pueden dar origen a flujos de crecimiento vegetativo o florales, así a temperaturas altas por encima de los 25 °C se da origen a crecimientos vegetativos en detrimento del desarrollo floral, presentando un comportamiento contrario cuando se presentan temperaturas inferiores a 20 °C de forma sostenida por más de una semana (Huete, 2017).

En condiciones estrictamente subtropicales, con inviernos de temperaturas nocturnas inferiores a 15 °C, el fuerte estímulo inductor de floración hace que todas las ramas de los árboles florezcan de forma simultánea, e igualmente se produzcan posteriormente a la floración crecimientos vegetativos de forma uniforme en los terminales del mango que proporcionan al árbol un aspecto sincrónico (Huete, 2017).

En los trópicos, debido al escaso estímulo para la floración (temperaturas relativamente altas) se originan fenómenos de erratismo a nivel de árbol debido a la producción de floraciones y crecimiento vegetativo asincrónico. Estudios efectuados han puesto de manifiesto que, bajo condiciones cercanas al Ecuador, la simultaneidad de los procesos vegetativos es la que determina los fenómenos de crecimiento alternante, lo que explica por qué en los árboles de mango en los trópicos una parte puede estar produciendo brotes vegetativos y la otra está aún pendiente de la recolección (Goguey, 2007).

La transición del brote de vegetativo a floral, es consecuencia del cambio de temperaturas elevadas a temperaturas bajas y del floral a vegetativo si ocurre lo contrario, demostrando la enorme plasticidad de la inducción en el mango, lo que brinda grandes posibilidades de manipulación de la floración a través de las técnicas culturales (Galán, 2008).

Las condiciones climáticas imperantes en el trópico permiten un rápido crecimiento, el cual solamente se detiene por la carencia de humedad en el suelo, mientras que, en el subtrópico, las variaciones térmicas estacionales son las que restringen el crecimiento en determinados períodos del año (Praloran, 2007).

La floración del mango está fuertemente influenciada por la concentración de hormonas y las condiciones ambientales, en especial la temperatura y la humedad, siendo adecuado un período seco y de temperaturas inferiores a 20 °C (São-José, 2012; Albuquerque *et al.*, 2012). En general, el desarrollo vegetativo anual de los frutales de tipo arbóreo es discontinuo presentando altibajos a lo largo del ciclo. Por esta razón se producen varias brotaciones o flujos de crecimiento de variable intensidad, que se alternan con períodos de reposo, aun cuando ocurre una pequeña actividad continua durante el año que se atenúa al acentuarse la sequía.

Cuando se produce estrés de calor, frío, agua o distorsiones por desequilibrio fisiológicos en el momento de la floración, esta resulta baja, ocurre poca retención de flores y frutillos, poco cuajado de flores y frutos, y lento desarrollo de los mismos. Con el correcto manejo del cultivo se logra una óptima floración, excelente retención de flores, cuajado de flores y frutos, y buen desarrollo de los frutos (Kamara, 2011).

La inducción de la floración por bajas temperaturas es un hecho sobradamente estudiado y se conoce, que cuando las temperaturas diurnas/nocturnas se encuentran en el entorno de 30/25°C conducen a brotaciones vegetativas, mientras que en el entorno de 18/10°C inducen la floración (Galán, 2009). La temperatura óptima para el cultivo del mango es de 24 a 27 °C, y esta asegura una excelente inducción floral en los meses fríos (Martínez *et al.*, 2008).

La temperatura es un factor climático dominante en el crecimiento y desarrollo del mango, el cual no progresa cuando la media del mes más frío es inferior a 15 °C, se señala además como límite para el mango, temperaturas medias inferiores a 21 °C y como inadecuadas los valores inferiores a 19 °C. En el oeste de Australia las temperaturas menores de 10 °C reducen el cuajado de los frutos (Singh, 2008).

Se considera la temperatura como el factor ambiental más importante, donde la variación media de temperatura para un óptimo crecimiento del mango debe situarse entre 24 °C y 30 °C, siendo las bajas temperaturas limitantes para la producción, en este sentido Singh (2008) indicó como temperatura óptima para el crecimiento de los frutos de 24°C a 26,5 °C, mientras siendo su rango de 30 a 33 °C como el ideal para el crecimiento y maduración del fruto.

Ensayos realizados por Avilán *et al.* (2011) para ver el efecto de las temperaturas y el manejo del riego en la inducción floral en este cultivo, mostraron que temperaturas por debajo de 20 °C son necesarias para la floración y no pueden ser reemplazadas por los efectos del estrés hídrico, ya que las altas temperaturas además de favorecer el crecimiento vegetativo afectan el proceso de floración.

La temperatura óptima para el desarrollo del mango se ubica entre los límites de 4 °C a 10 °C mínima y de 42 °C a 43 °C como máxima; temperaturas promedio entre 23,7 °C y 26,0 °C permiten acumular alrededor de 1 000 unidades de calor durante la estación del crecimiento. En cuanto a las precipitaciones, el mango se cultiva en lugares donde las lluvias se presentan entre unos 250 y hasta 2 500 milímetros. En áreas muy lluviosas el crecimiento vegetativo es vigoroso a expensas de la fructificación, y por lo tanto la producción es baja (Prieto *et al.*, 2015).

La temperatura es el factor climático con mayor influencia en el crecimiento, desarrollo y floración del mango siendo entre los 22 °C y 33 °C las condiciones ideales de temperatura para su cultivo. Las diferencias de temperaturas entre el día y la noche (amplitud de temperaturas) juegan un papel importante en la diferenciación floral. La temperatura es un factor que interviene en la viabilidad del polen y las temperaturas menores de 10 °C y mayores de 33 °C la afectan, siendo ésta una de las posibles razones del bajo cuajado que muestran algunas de las variedades comerciales como el cultivar 'Haden' (Huete, 2017).

El efecto de la temperatura se hace más evidente en zonas subtropicales donde la emergencia de la inflorescencia se produce poco después del período de menores

temperaturas medias del año, lo que coincide con los meses de enero y febrero (Galán, 2008).

Pese al beneficioso efecto de las temperaturas bajas para la inducción floral, cuando éstas son muy bajas ($< 5\text{ }^{\circ}\text{C}$), se pueden producir inflorescencias con un elevado porcentaje de flores masculinas y cuando estas tienen valores inferiores a $15,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante la floración puede originar diversos problemas como una baja germinación de pólen, reducción del crecimiento del tubo polínico y fenómenos de aborto del embrión, con la producción de frutos pequeños sin semilla (Young y Sauls, 2008).

La temperatura es el factor climático que juega sin dudas el papel dominante en el crecimiento y desarrollo del mango. Galán (2008) señala que las condiciones ideales de temperatura para su cultivo son las siguientes: invierno moderadamente frío (mínimas en torno a los $10\text{ }^{\circ}\text{C}$), primavera moderadamente cálida (mínimas superiores a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$), verano y otoño calientes y ligeras variaciones de temperatura entre el día y la noche; además si se producen temperaturas altas durante la noche ($28\text{-}32\text{ }^{\circ}\text{C}$) la fruta será más dulce y madurará bien, pero para que la fruta desarrolle un color más atractivo se necesitan días calurosos y noches frescas ($12\text{ a }20\text{ }^{\circ}\text{C}$) que ayudan a los cambios de color (Huete, 2017).

La fructificación y cuaje de los frutos también son afectados por la temperatura, ya que temperaturas inferiores a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, o superiores a $33\text{ }^{\circ}\text{C}$, perjudican la formación del grano de polen, reduciendo cerca del 50% de su viabilidad. Temperaturas nocturnas, menores de $12\text{ }^{\circ}\text{C}$, en el período de fecundación, provocan altas tasas de partenocarpia, originando frutos pequeños o sin valor comercial; pudiendo presentarse también cuando las temperaturas diurnas son muy elevadas por encima de $44\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Pinheiro *et al.*, 2012).

2.3.2. Efectos de las precipitaciones y la humedad del suelo

La incidencia de períodos de déficit hídrico es beneficiosa para el mango en algunos momentos de su ciclo fenológico. En las regiones tropicales el estrés hídrico parece

ser el principal factor ambiental responsable de la inducción floral e incluso refuerza la intensidad y sincronía de la floración en zonas subtropicales (Schaffer *et al.*, 2014).

Se considera idóneo para el cultivo del mango un mínimo de 700 mm anuales uniformemente distribuidos, con una estación seca en prefloración (para promover la inducción floral). Por otra parte, las lluvias y el rocío excesivo durante la floración, cuajado y recolección son dañinos ya que reducen la polinización, la fructificación y favorecen la incidencia de enfermedades fungosas florales, como la antracnosis. La maduración siempre es mejor en época de sequedad ambiental (Galán, 2008).

El mango es una especie que se adapta muy bien a diferentes condiciones de precipitación, desde los 250 mm con riegos frecuentes hasta los 5 000 mm, siendo lo ideal entre los 700 y 1 500 mm. La distribución anual de la lluvia es muy importante, sobre todo en zonas tropicales, puesto que el mango requiere de un clima en el que se alternen la época lluviosa con la seca; esta última debe coincidir con la época de prefloración. La lluvia durante el período de floración, de cuaje y crecimiento inicial del fruto puede provocar caída de flores y frutos por el ataque de enfermedades (Huete, 2017).

Lluvias en el rango de 750 a 2 500 mm por año son necesarios en Cuba para el período anual del mango (Martínez *et al.*, 2017). La humedad alta, la neblina y el rocío fuerte promueven el ataque de hongos y por lo tanto son perjudiciales para el mango. La baja humedad y el viento seco aumentan indebidamente la evapotranspiración y provocan el marchitamiento (López, 2008). El mango se considera moderadamente resistente al encharcamiento (Schaffers *et al.*, 2012) y se plantea que ha sobrevivido hasta 110 días de inundaciones continuas.

Las lluvias y el rocío excesivo durante la floración, cuajado y recolección son dañinos ya que reducen la polinización, la fructificación y favorecen la incidencia de enfermedades fungosas florales, como la antracnosis, que se ve más favorecida cuando la copa de los árboles es más compacta y al ser la humedad mayor por falta de un entresaque de ramas cuando no se realizan las podas, (Huete, 2017 y Galán, 2008).

2.3.3. Efectos de la iluminación y del viento

El mango es una especie perennifolia, la cual en el trópico bajo presenta una rápida tasa de crecimiento y numerosos flujos de desarrollo. Esto hace que la copa sea muy compacta y con escasa penetración de la luz, lo que puede afectar la calidad del fruto (Rojas, 2009). La duración del día no parece influir sobre la iniciación floral, y se ha observado que, en fotoperiodos de 11 a 24 horas, con temperaturas inductivas de floración de 18/10°C día/noche se induce la iniciación floral, mientras que a temperaturas más elevadas de 30/25 °C con ningún fotoperiodo esta no se produce (Núñez y Davenport, 2015).

El fotoperíodo no influye en la iniciación floral, pero si tiene gran efecto en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del árbol, además que también parece tener incidencia en el tamaño y coloración de la fruta, siendo un hecho muy conocido que los frutos con mayor exposición a la luz solar desarrollan un mejor color y sabor (Huete, 2017). El mango es sensible al viento en cualquier momento de su desarrollo, principalmente en la floración y la recolección, los daños son directamente proporcionales a la intensidad de éste. En los climas subtropicales la incidencia de vientos secantes de intensidad moderada en la floración puede originar corrimiento floral y la aparición de una segunda floración más tardía, que normalmente con mejores temperaturas, propician un mejor cuajado (Galán, 2009).

Los vientos fuertes asociados a la lluvia impiden la polinización y destruyen el cultivo por lo que se recomienda establecer cortinas rompevientos (López, 2008). La etapa más susceptible es entre la floración y la cosecha, pues los vientos fuertes (> 20 km/hora) pueden causar daños mecánicos en hojas, flores y frutos, secamiento de flores, reducción de la viabilidad del polen con la caída de flores y frutos, además de afectar la actividad de los insectos polinizadores (Huete, 2017).

2.3.4. Requerimientos edáficos

Aunque el mango es exigente en suelos, se puede establecer en los de tipo limoso, arenoso, laterítico o aluvial, siempre y cuando tengan buen drenaje; se deben evitar

suelos muy ligeros, alcalinos o pedregosos. Prieto *et al.* (2015); Martínez *et al.* (2017) y López, (2008) coinciden al señalar que el manto freático debe estar a tres o cuatro metros de profundidad y además, que se prefieren los suelos con pH entre 5,5 y 7,7 pues a un pH mayor se presentan deficiencias de Hierro (Fe) y Zinc (Zn).

El mango puede vivir bien en diferentes clases de suelo, siempre que sean profundos y con un buen drenaje; sin embargo, en los suelos donde se realiza una fertilización racional la profundidad no es tan importante, aunque no debe plantarse en suelos con menos de 80 a 100 cm de profundidad. En los suelos mal drenados no crece ni fructifican lo suficiente (Huete, 2017). Por otra parte, en suelos con 0,75 m de profundidad bajo los que se encuentre una capa dura impermeable, los rendimientos son limitados y su plantación en los mismos no es recomendable (Galán, 2008).

Las condiciones climáticas imperantes en el trópico inducen en el mango un rápido y excesivo crecimiento, el cual sólo se detiene por la carencia de un adecuado régimen de humedad en el suelo, contribuyendo a que los árboles alcancen grandes dimensiones en corto tiempo (Avilán *et al.*, 2008). Se plantea por Prieto *et al.* (2005), que en áreas muy lluviosas el crecimiento vegetativo es vigoroso a expensas de la fructificación y por lo tanto la producción es baja.

El mango es una especie que se adapta muy bien a diferentes condiciones de precipitación, desde los 250 mm (con riegos frecuentes) hasta los 5 000 mm, siendo lo ideal entre los 700 y 1 500 mm, requiriendo de un clima en el que se alternen la época lluviosa con la seca y esta última debe coincidir con la época de prefloración (Huete, 2007). Lluvias en el rango de 750 a 2 500 mm por año son necesarias en Cuba para el período anual del mango según (Martínez *et al.*, 2007).

2.4. Atenciones culturales y manejo de la plantación

2.4.1. Riego y nutrición

Aunque el mango es una planta resistente a la sequía y puede sobre vivir largos períodos sin agua, el estrés hídrico en momentos críticos del desarrollo del cultivo puede afectar los rendimientos y la calidad de los frutos. Las aplicaciones de riego

adecuado sobre todo cuando las precipitaciones son pocas o irregularmente distribuidas, aumenta tanto el crecimiento como la productividad (Leger, 2008).

Según Leger (2008) el uso estacional del riego puede variar de 20-44 m³/ha/día, y los requerimientos dependen de la fase de crecimiento. En árboles jóvenes se recomiendan intervalos de riego fijos antes de que aparezcan señales de marchitamiento; mientras que en plantas en producción el riego se programa de tal forma que el crecimiento y desarrollo del árbol armonice con la inducción de un período de latencia para una buena floración y óptimo rendimiento.

Con el inicio de la floración se necesitan un aumento de las necesidades de agua y el estrés hídrico en esta etapa limita el cuajado y causa las caídas de frutos. Durante el desarrollo del fruto se necesita de aumento de los niveles de humedad con el desarrollo hasta tres o cuatro semanas antes de la cosecha. El rendimiento se reduce si no se satisface esta demanda porque se cae la fruta o se queda de tamaño pequeño (Leger, 2008).

La fertilización constituye una de las prácticas más eficientes que permite asegurar a las plantas la posibilidad de expresar su potencial genético de producir frutos abundantes y de excelente calidad (Galan, 2009). El mango es exigente en N, P, K y Ca, lo que se expresa por su alta capacidad de respuesta a las aplicaciones de estos fertilizantes, aunque también se han observado marcadas respuestas a la aplicación de elementos menores como el Boro y el Hierro, aprovechando mejor los nutrientes durante su estado de desarrollo, cuando se agregan determinadas cantidades de elementos menores como el Cobre, Zinc, Manganeso y Magnesio (López, 2008).

En árboles en producción el suministro de Nitrógeno debe ser suficiente para una buena floración, pero insuficiente para el crecimiento vegetativo, mientras que el Fósforo es muy favorable para la iniciación floral, además, tiene un efecto significativo en la longitud de la panícula, duración de la floración y en el amarre del fruto, mientras que el Potasio es el elemento más importante durante el período de fructificación (López, 2008).

Las aplicaciones foliares de Ácido Bórico en mango durante el período de máxima floración incrementan significativamente el tamaño de la fruta y su peso fresco, así mismo, se obtiene mejor calidad de los frutos por el aumento de los azúcares totales, ácido ascórbico, acidez y sólidos solubles en la pulpa (López, 2008).

2.4.2. Poda del mango

Una alternativa para controlar el alto porte del mango, es el uso de la poda, la cual es una de las técnicas de mayor trascendencia en la fruticultura moderna, especialmente en el trópico (Avilán *et al.*, 2008).

La poda, es definida como un conjunto de operaciones (cortes y despuntes) que se realizan en los árboles para modificarlos, en el sentido de conseguir una mejor adaptación a los fines del cultivo, permite regular el desarrollo de la planta en función de la producción y conseguir el equilibrio fisiológico que conduce a un crecimiento controlado de la parte vegetativa y una producción uniforme y abundante frutos, (Avilán *et al.*, 2008, y Avilán *et al.*, 2002).

Se plantea por Mora *et al.* (2012) que la poda tiene como principales objetivos, formar un árbol más productivo, facilitar las labores agrícolas como raleo, atenciones sanitarias y cosecha, obtener un balance entre el crecimiento vegetativo y productivo, promover la entrada de luz y aire, reducir las condiciones favorables para la incidencia de plagas, producir frutas de mejor calidad y optimizar la arquitectura del árbol.

Es necesario considerar para la realización de las podas, la distancia de plantación utilizada y la altura de los árboles, ya que los árboles adyacentes pueden sombrear grandes áreas de las copas y volverlas improductivas. Se considera que la altura máxima que debe tener un árbol para evitar el sombreado de los árboles contiguos debe ser un 80% de la distancia de plantación utilizada (Vásquez *et al.*, 2010).

Al investigar la influencia de la intensidad de la poda y su efecto en el crecimiento vegetativo y producción del mango 'Ataulfo' en las condiciones de México por (Vásquez *et al.*, 2010), plantean que las plantas podadas en tiempo tienen un mayor

espacio entre ellas, lo que favorece la mayor incidencia de la luz al mantener separada las copas de los árboles y existe la posibilidad de que estas plantas inicien la producción con una mejor floración y fructificación, siendo por consiguiente sus frutos de mejor apariencia externa, dado el espaciamiento entre sus copas.

La poda de despunte en árboles de mango, estimula en los árboles muy jóvenes el desarrollo frecuente de nuevos retoños y por supuesto de nuevas ramificaciones, lográndose una producción comercial temprana, estimula un crecimiento sincronizado de brotes vegetativos en toda la copa del árbol, elimina los pedúnculos que han quedado en el árbol, (Davenport, 2009).

Si cada tres meses se repite una poda de despunte en las ramas laterales, los árboles comenzaran a formar una copa frondosa y uniforme como resultado de este aumento de ramificaciones, (Davenport, 2009). Este autor plantea que con los cortes de poda por encima del nudo pueden lograrse cuatro brotes vegetativos, resultando que los árboles estén listos para empezar la producción después del cuarto corte de las podas de seguimiento; debiéndose realizar la última poda a principio de septiembre para lograr la floración natural de enero a febrero.

Davenport, (2009), recomienda podar la mayoría de las ramas alrededor de toda la copa, no debiéndose realizar cortes más profundos que el nivel de la tercera unidad intercalar, para prevenir el crecimiento no deseado de un segundo brote; no debiendo el diámetro de las ramas de corte un grosor superior a un centímetro.

En podas severas o de rejuvenecimiento, no se debe podar muy alto, ya que la copa alcanzara la misma altura original poco después de que los árboles estén de nuevo en producción, además al tener los árboles de gran tamaño las ramas principales muy separadas y si se hacen los cortes muy altos, la copa nunca se llenara de hojas de manera uniforme a pesar del nuevo crecimiento (Davenport, 2009).

Poda de formación en la etapa de vivero

Las plantas en vivero se deben dejar crecer a un solo tallo hasta que alcancen un tamaño entre 0,70 m y 1 m de altura (Oosthuysen, 1997), eliminándose manualmente los brotes laterales no deseados poco después de que comiencen a desarrollarse.

Las podas se deben iniciar desde el vivero y continuarse durante la vida de la planta para mantener una estructura básica que permita una alta producción, excelente calidad y fácil manejo de la plantación. La primera poda se realiza por debajo del último nudo, para que se desarrollen ramas de las yemas laterales en forma alterna, con lo cual las ramas serán menos propensas a quebrarse (Mora *et al.*, 2012).

Poda de formación en la etapa de fomento

Investigaciones realizadas por Goguey (2007) indican claramente que para acelerar la madurez sexual en los mangos es necesario producir pronto una estructura muy ramificada, lo que permite en zonas tropicales una más rápida entrada en producción. No obstante, si la poda se realiza adecuadamente se emiten brotes vegetativos vigorosos y no florales (Galán, 2009).

Se plantea por (Crane *et al.*, 2012) que aunque la poda de formación se realiza casi de forma exclusiva en Sudáfrica; también en Australia y México se realiza el pinzado cada dos o tres crecimientos, y luego se procede a la apertura del follaje en el centro desde recién establecida la plantación (Guzmán *et al.*, 2017).

La poda moderada realizada sobre árboles jóvenes produce un efecto inicial de estímulo a la brotación vegetativa y en algunos casos sobre la floral, pero el mismo parece ser poco persistente, ya que desaparece con el tiempo. Lo cual pudiera ser debido a la alta tasa de crecimiento vegetativo que ocurre en árboles jóvenes de mango en el trópico bajo (Rojas, 2009).

Recomiendan realizar la poda de formación durante los tres primeros años, eliminando las yemas o ramas que crecen hacia adentro para obtener una copa baja. La mayoría de las plantaciones comerciales de origen subtropical expresan su gran vigor vegetativo en condiciones de altas temperaturas (trópico) y para que se formen

árboles compactos y de porte bajo, se deben realizar podas iniciales para conducir el proceso de crecimiento desde la fase juvenil de la planta (Avilán *et al.*, 2002).

Poda mecanizada

En la Florida se realiza regularmente la poda en altura hasta unos 4,5 a 6,0 m, limpiando los espacios laterales en un ancho de 2 a 2,5 m en la base de la copa (Young y Sauls, 2008). La tendencia moderna de mantener una elevada densidad exige, que a partir tal vez del séptimo u octavo año después de la plantación, se realice el control de crecimiento en altura y lateral, para lo cual existe maquinaria autopropulsada. La frecuencia de la poda mecánica depende del cultivar, de las condiciones climáticas, la densidad de plantación, el vigor de los árboles y la época deseada de producción (Galán, 2009).

Medina *et al.* (2010) plantean que si bien la utilización de sierras mecánicas para el control de crecimiento en altura y lateral supone un considerable ahorro en mano de obra, no obstante su utilización de forma reiterada puede causar un denso crecimiento de múltiples ramas que con posterioridad deben ser aclaradas con la poda manual.

La poda mecánica se inicia cuando los árboles comienzan a tocarse entre las hileras y se realizan inmediatamente tras la cosecha para permitir el desarrollo de un flujo vegetativo que pueda alcanzar la madurez antes de la llegada del invierno o de la época de sequía (Crane *et al.*, 2012).

En un ensayo realizado en plantas de Haden, (Avilán *et al.*, 2008) plantean que al emplear poda de topping, y poda de extremos de ramas laterales, se apreció que el mango se caracteriza por un incremento continuo de su área foliar a lo largo de su vida útil, mayor durante el periodo de crecimiento, en relación a períodos posteriores, estando la intensidad asociada al vigor vegetativo del cultivar.

Poda de levantamiento de la copa

El momento más adecuado para la poda de levantamiento es al comienzo de la floración, cuando el árbol no esté en fase de fuerte crecimiento vegetativo, soliendo

limpiar hasta un máximo de 0,5 m de altura La repetida eliminación de las ramas bajas por la poda manual selectiva puede conducir a la formación de ramas robustas capaces de producir frutos que no toquen el suelo (Avilán *et al.*, 2002; Singh, 2006; Whiley *et al.*, 2007).

La poda es una práctica poco usual en Nayarit, México (Pérez *et al.*, 2008), limitándose a eliminar ramas bajas y enfermas, también es común la eliminación de ramas en el interior de la copa para favorecer la penetración de luz al interior y mejorar la coloración de los frutos. Sin embargo, este tipo de poda no elimina el problema del alto porte de los árboles, ni impide que con el paso del tiempo las copas de los árboles se junten y entrecrucen.

Poda producción

En el estado de la Florida, Estados Unidos de América, para mejorar la eficiencia de los programas de aspersión fitosanitaria y los costos operacionales de la cosecha, cuando los árboles sobrepasan los 4,5 m de altura, se hacen podas en la parte superior de la copa. Estudios realizados, indican que la poda no sólo sirve para la eliminación de ramas enfermas o atacadas por plagas, sino también para la estimulación de la producción (Oosthuysen y Jacobs, 1997).

La poda fuerte no perjudica al árbol, pero reduce la cosecha siguiente. En trabajos recientes realizados en Sudáfrica en el cultivar 'Sensación' (Oosthuysen y Jacobs, 1997) se pone en duda la práctica de rebaje de los brotes terminales cinco centímetros por debajo por debajo del último nudo, recomendando mejor efectuar el corte a sólo 0,5 cm, para conservar así una mayor superficie foliar que pueda proporcionar una mayor disponibilidad de asimilados durante el cuajado.

Schaffer y Gaye (2012) señalan que cuando la penetración de la luz dentro del árbol está entre 5 y 15%, no se afecta significativamente el contenido de clorofila, la calidad de la fruta, ni la densidad específica de la hoja.

Según Avilán *et al.* (2002) la poda que se utiliza en el mango de forma rutinaria, es la poda de mantenimiento, limitándose a la eliminación de ramas enfermas o atacadas

por plagas, y de aquellas quebradas, que estén entorpeciendo el paso de la maquinaria y la ejecución de las labores culturales.

La fruticultura moderna tiende a incrementar los rendimientos, para lo que se requiere el uso de prácticas agroeconómicas que mejoren la producción por unidad de superficie y área foliar. El manejo de la poda en el cultivo del mango constituye una buena alternativa para lograr floraciones tempranas, con producciones de mejor calidad (Rao y Shanmugavelu, 1976, citados por Gil *et al.*, 1998); lo que aumentaría la posibilidad de participación de los productores en el mercado internacional en épocas de menor disponibilidad.

Khader (2008) indican que la poda en mango del cultivar 'Mulgoba' efectuada una vez, cada cuatro meses y medio, antes de la floración, no afecta la ocurrencia de esta. Los rendimientos durante tres años después de la poda fueron superiores a los obtenidos durante los 9 años anteriores. Rojas (2009) señala que una poda moderada efectuada en junio no afectó la floración, lo que pudo deberse al estímulo sobre la brotación vegetativa, ya que en esta época en condiciones de trópico bajo, el crecimiento en árboles jóvenes es elevado.

Las plantaciones de mango con altas densidades de siembra requieren de un paquete tecnológico adecuado, donde la poda juega un papel fundamental para evitar un sombreado excesivo, que puede afectar la producción y la calidad de las cosechas (Avilán *et al.*, 2002 y Oosthuysen, 1997).

En estudios realizados por el Instituto de Investigación de Frutas Cítricas y Subtropicales de Sudáfrica en 1979, se reporta que en un experimento de siete años en árboles de mango, se realizaron podas selectivas por un período mayor de cinco años; y de igual forma, se realizaron podas severas de fructificación en donde se dejó un árbol sin podar; esto aportó como resultado que las producciones promedio fueron más altas en las plantas con podas de fructificación que en aquellas con podas selectivas, así como en las no podadas (Avilán *et al.*, 2002 y Oosthuysen, 1997).

La poda en áreas de producción se debe realizar después de la cosecha, una vez que los árboles han ocupado la totalidad del espacio previamente dispuesto y las ramas entre las hileras se entrecruzan; con el objetivo de controlar la altura de los árboles y el ancho de la copa (Avilán *et al.*, 2002 y Oosthuysen, 1997).

La apertura de la copa se ejecuta en plantaciones en edad de producción que tienen mucho follaje, lo cual impide el ingreso de la luz hacia el centro del árbol, ocasionando un ambiente apropiado para las plagas y enfermedades, además de favorecer el desarrollo de frutos con poco color (Mora *et al.*, 2012).

Poda de aclareo

Las podas de aclareo tienen como objetivo romper la dominancia apical de las ramas centrales y las improductivas en la parte interna de la copa del árbol, lo que permite mayor ventilación y entrada de rayos solares, creándose un microclima con menos humedad que reduce la presencia de la Antracnosis y otras enfermedades en los tallos, hojas, flores y frutos principalmente; así como estimula la pigmentación o coloración de los frutos (Guzmán, 2016 y Fonseca, 2003).

En plantaciones adultas muy densas se recomienda la poda de abertura de la copa a fin de reducir la masa foliar y aumentar la luminosidad, la ventilación y aireación en el interior de la copa, para dificultar la incidencia de hongos como la antracnosis, acentuándose estas cuando las plantaciones están cerradas por falta de podas (Guzmán, 2016 y Fonseca, 2003).

Poda de rejuvenecimiento

La rehabilitación de árboles viejos consiste en cortarlos severamente y colocar injertos de corona en las ramas. Estos árboles deben estar protegidos contra las quemaduras del sol con una capa de pintura blanca (López, 2008).

En los árboles viejos, con daños físicos o patológicos que pueden renovarse total o parcialmente, se efectúan podas, además, se puede pensar en cambiar la variedad, mediante la eliminación de la copa y posterior injertación con otra variedad, (Mora *et al.*, 2012).

2.4.3. Manejo de la floración

El control de la floración en mango ha sido bastante estudiado y se ha probado que se puede adelantar la floración con las aplicaciones de productos, como nitrato de potasio y nitrato de calcio, lo que de acuerdo con São y Rebouças (2010) diversos investigadores han tratado de buscar métodos para reducir el contenido de giberelinas en mango y lograr la floración, siendo el más conocido el uso del Paclobutrazol (PBZ) cuya función es inhibir la biosíntesis de giberelinas.

La eliminación parcial o total del riego (estrés hídrico) por algunas semanas antes de la inducción floral para reducir la síntesis de giberelinas ha sido un método muy eficaz y practicado por los productores de mango (Albuquerque *et al.*, 2012).

Se plantean otras prácticas a pequeña escala con el objetivo de estresar el árbol y afectar el transporte de nutrientes, agua y otras sustancias importantes entre ellas las giberelinas sintetizadas por la planta, como ocurre con el anillado, aunque se plantea que los resultados obtenidos son inconsistentes ya que la floración está influenciada por diferentes factores (Albuquerque *et al.*, 2014).

2.4.4. Plagas y enfermedades del mango

Plagas

Dentro de las plagas más importantes que afectan el cultivo del mango se cita para el caso de Cuba la mosca de la fruta, donde se reportan siete especies del género *Anastrepha*: *A. suspensa*, *A. obliqua*, *A. insulae*, *A. interrupta*, *A. ocesia*, *A. soroana* y *Anastrepha sp.*, siendo las primeras las de más difusión e importancia (Farrés, 2015).

También se hace referencia a los Thrips, que se reportan como una plaga de las flores y los frutos, pues los hace inservibles para la comercialización. De forma similar los ácaros pueden devaluar la calidad del fruto al afectar la apariencia externa, reportándose en Cuba el *Paratetranychus yuthensi*. Los ataques de diferentes áfidos al mango ocurren con frecuencia; estos se alimentan de hojas,

flores y frutos y pueden originar retrasos en el desarrollo de la planta y la caída de las flores (Farrés, 2015).

Enfermedades

El mango está sujeto a diversas enfermedades en todas las etapas de su desarrollo, las cuales se manifiestan como pudriciones, muerte regresiva de ramas, antracnosis, roñas, manchas foliares y deformaciones de órganos, que limitan la producción del cultivo en muchas regiones del mundo, aunque algunas son muy esporádicas, otras están ampliamente distribuidas y son endémicas (López, 2008).

Los hongos son los responsables de la gran mayoría de las enfermedades en el mango, aunque también es afectado por bacterias, nemátodos, algas, plantas superiores parásitas y deficiencias nutrimentales. Los virus, viroides, micoplasmas y espiroplasmas causan infecciones severas (López, 2008).

En Cuba se plantea como las enfermedades más difundidas y destructivas del follaje y la floración del mango a la Antracnosis que también causa graves daños en postcosecha y es causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz; así como el Oidio o Mildiú cuyo agente causal es el *Oidium mangiferae* Berthet (Farrés, 2015).

La Antracnosis es una enfermedad que está muy difundida en zonas cálidas y húmedas de todo el mundo, aunque no tiene mucha importancia en zonas secas. El patógeno afecta tejidos suculentos incluyendo flores y frutos. La humedad relativa necesaria para que el hongo se desarrolle es superior al 95% y la temperatura de 25 °C, la diseminación de las esporas ocurre principalmente por acción del agua de lluvia, pues lluvias ligeras ayudan a concentrar las esporas alrededor del pedicelo del fruto (Huete, 2017).

La enfermedad llamada Oidio se encuentra diseminada a lo largo y ancho del globo terrestre y puede causar pérdidas de hasta el 90% de la cosecha, afecta hojas, flores y frutos pequeños. Las condiciones ideales para el desarrollo de la enfermedad coincide con las fechas en que las temperaturas diurnas y nocturnas oscilan entre

34/18°C, con una diferencia de más de 10°C, condiciones climáticas que benefician el desarrollo del hongo, es por esta razón, que se hace necesario el control de la enfermedad en la época más crítica del cultivo (Huete, 2017).

2.5. Producción y calidad del mango

2.5.1. Producción y criterios de recolección

Avilán y Rengifo (2012) establecen cuatro etapas durante el ciclo productivo del mango que identifican su crecimiento y producción:

- I. Período de crecimiento, abarca entre los dos y ocho años de edad y se caracteriza por un marcado incremento del área foliar (crecimiento), el inicio de la producción de frutos y un aumento paulatino de su número, aunque el índice de fructificación (frutos por metro cuadrado de superficie de la copa) es inicialmente bajo y mejora con la edad.
- II. Período de plena producción, cuando la planta expresa su máxima eficiencia productiva, se establece una estrecha relación entre el aumento de volumen del área foliar y el número de frutos. En esta etapa que se sitúa entre los ocho y los 14 años de edad de la planta, se alcanzan los mayores índices de fructificación.
- III. Período de producción, en el cual la planta presenta un incremento discreto del área foliar, que no está acompañado de un incremento proporcional de la capacidad reproductiva del árbol. En este período existe una tendencia a mantener los niveles de producción alcanzados durante el año anterior o a ligeros incrementos, decrece la eficiencia productiva y los aumentos en área foliar no se corresponden con los incrementos en la producción. Este período transcurre desde los 14 a 24 años de edad.
- IV. Período de senilidad, que señala el comienzo de la etapa final de la vida económica del árbol y se caracteriza por una acentuada disminución de los rendimientos. Se inicia alrededor de los 24 años de edad o con posterioridad y los valores del índice de fructificación son bajos.

La mayoría de las variedades comerciales de mango se caracterizan por tener un ritmo bianual de producción, que consiste en un desequilibrio fisiológico que obliga a una producción alterna, es decir, un año de alta producción seguido de un año de baja producción. Este comportamiento se relaciona con el balance de las hormonas que estimulan la producción de flores, con la formación de nuevos brotes vegetativos que al año siguiente emitirán flores. Por otra parte, una alta fructificación va seguida de una escasa formación de brotes vegetativos y en consecuencia una pobre floración en el año siguiente (López, 2008).

De manera general los árboles de mango en los subtrópicos pueden producir al 3^{er} y 4to año de su plantación, pero los cultivares que tengan tendencia a producir brotes vegetativos durante la fase de crecimiento del fruto pueden producir a partir del 2^{do} y 3^{er} año en dependencia del desarrollo de los mismos (Oosthuysen, 1997).

Avilán et al. (2008) plantea que el mango generalmente alcanza un nivel promedio de producción que se puede considerar bajo (12 a 15 t.ha⁻¹), a pesar de que entre los 12-14 años de edad, las plantaciones alcanzan los mayores índices de eficiencia productiva. La lluvia, la alta humedad, los ataques de hongos e insectos, una baja relación C/N, deficiencias minerales, un bajo porcentaje de flores perfectas y el balance hormonal, son los causantes de la producción alterna (López, 2008).

Dentro de las medidas para reducir la alternancia se destacan: evitar el uso de cultivares reconocidos como productores alternos, fertilizar para duplicar la cantidad de nitrógeno durante los años productivos, y regar inmediatamente después del amarre del fruto, eliminar parcialmente las flores durante el año productivo, anillar ramas, podar y aplicar nitratos foliares (López, 2008).

Varios índices de madurez han sido sugeridos para la cosecha de algunas variedades de mangos, aunque por lo general, los frutos destinados a los mercados locales y transportados por vía aérea son cosechados "pintones", mientras que los frutos a ser transportados largas distancias deben ser cosechados firmes y verdes, pero fisiológicamente maduros (Briceño et al., 2015).

El momento preciso del inicio de la cosecha lo determinará el destino de la fruta, de manera que llegue al mercado maduro y listo para el consumo. Para el mercado exterior se cosecha según la distancia y el tiempo que tarde el producto en llegar a su destino, para esto se debe realizar un muestreo y determinar el grado de maduración de la fruta (Huete, 2017).

Las frutas por lo tanto se cosechan con un índice de madurez que les permitan alcanzar la calidad demandada por el destino final. Los criterios para determinar el momento adecuado de cosecha (López, 2008; Leger, 2008) son los siguientes:

- I. Número de días hasta la floración, el cual varía en función de los cultivares y las zonas de producción y solo puede tener utilidad en cada lugar, para un tipo de cultivar específico y cuando se produce una floración homogénea.
- II. Gravedad específica, la determinación se efectúa por flotación en el agua, pero esta prueba varía según los cultivares. Por lo general los frutos que se hunden están aptos para ser recolectados, no obstante, debe establecerse este criterio para cada cultivar.
- III. Aspecto externo, es muy subjetivo y requiere de experiencia por parte de los recolectores, se basa en el primer cambio de color, el tamaño y cambio de las lentícelas que pierden su color y se desecan cerca de la madurez.
- IV. Forma de la fruta, se considera que los frutos están aptos cuando los hombros del fruto sobrepasan el punto de inserción del pedúnculo.
- V. Firmeza, es un criterio objetivo que se establece para cada cultivar y se determina por la medición con el penetrómetro.
- VI. Grados Brix, se establece para cada cultivar y se determina por la medición del contenido de los sólidos solubles de los frutos con el refractómetro.
- VII. Color de la pulpa, es un índice práctico y confiable para todos los cultivares que se determina mediante la evolución del color de la pulpa, lo que indica el momento de la cosecha en función del mercado de destino.

Entre otros criterios que sirven para determinar visualmente el momento de recolección, se plantean (Singh, 2006), la aparición de una capa de pruina sobre la superficie del fruto y la lignificación de la epidermis del pedicelo, aunque la intensidad de estos procesos depende de los cultivares y las condiciones climáticas.

2.5.2. Calidad de los frutos y normas de comercialización

El nivel de madurez de la fruta al momento de cosecha es crítico para el desarrollo de un buena calidad y sabor cuando está completamente madura (Kader y Mitcham, 2008) por lo tanto, es importante que los cosechadores dispongan de métodos efectivos para la determinación de la madurez de los mangos.

Los cambios asociados con la maduración incluyen la conversión del almidón a azúcar (aumento de dulzura), disminución de la acidez y aumento de carotenoides y compuestos aromáticos. Los diversos cultivares muestran grandes diferencias en cuanto a cualidades del sabor (grado de dulzura, grado de acidez, intensidad y cualidad del aroma) y textura (contenido de fibra). (Kader y Mitcham, 2008).

Las características que debe reunir el producto después de su acondicionamiento y envasado para su comercialización en fresco, se definen en normas que indican los requisitos mínimos para la comercialización (NC, 2014).

Los mangos se clasifican en tres categorías:

Categoría “Extra” (Los frutos deben ser de calidad superior y característicos de la variedad. No deben tener defectos, salvo defectos superficiales muy leves siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto).

Categoría I (Los frutos deben ser de buena calidad y característicos de la variedad, aunque se permiten defectos leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase.

Categoría II (Esta categoría comprende los mangos que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos especificados)

La clasificación por calibres se determina por el peso de la fruta y se recomiendan:

A (200 – 350 g); B (351 – 550 g) y C (551 – 800 g).

La diferencia máxima de peso permisible entre las frutas contenidas en un mismo envase que pertenezcan a uno de los grupos de calibres mencionados anteriormente será de 75, 100 y 125 g respectivamente. El peso mínimo de los mangos no debe ser inferior a 200 g.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación, clima y suelo de la localidad

El trabajo se desarrolló entre los años 2016 y 2017 en una parcela de mango (*Mangifera indica* L.) cv. 'Super Haden' en el Lote J-12, Cuadrante 4, Banda C y D, con un área total de 20.74 ha., que corresponden a la Unidad Empresarial de Base, Granja 5 ubicada en la Carretera Agramonte, Finca Rolando, la misma limita por el Norte con la UEB Granja 4, por el Sur con la Empresa Forestal Integral Ciénaga de Zapata, por el Este con el Batey La Picadora y el Oeste con la UEB Granja 2, perteneciente a la Empresa Agroindustrial "Victoria de Girón".

El clima de esta región se caracteriza por una temperatura media anual histórica de 24°C; la temperatura media más fría es de 14,4°C en el mes de enero, y la media más alta es de 33,4°C en el mes de julio. La precipitación anual acumulada es de 1 494 mm con el período más seco de diciembre a febrero y el más lluvioso entre mayo y octubre. La humedad relativa media es del 80% y la exposición al sol promedio diaria es de 7,6 horas luz (Aranguren, 2009). En el anexo 1 se muestran los datos del período analizado.

Los suelos son del tipo Ferralítico Rojo Típico con rocosidad y profundidad entre mediana y alta, según la nueva clasificación genética de los suelos de Cuba son catalogados como Ferralsol Rhodic en correlación con el "World Reference Base" (Hernández *et al.*, 2010).

Las plantas estaban distribuidas en el campo a una distancia de 8 x 6 m, injertadas sobre el patrón mango amarillo (*Mangifera indica* L.). Las atenciones culturales como el riego, fertilización, control fitosanitario y de malezas, se realizaron de acuerdo con lo establecido en las tecnologías confeccionadas para este cultivo por el IIFT (2013) y por la Empresa Agroindustrial "Victoria de Girón" (EAVG, 2016 y 2017).

3.2. Floración del mango ‘Super Haden’ y efectos del clima en Jagüey Grande

3.2.1. Fechas de floración masiva

Los estadios fenológicos de floración y crecimiento de los frutos, se evaluaron en 10 plantas seleccionadas al azar, en las que se determinaron con frecuencia semanal entre noviembre y marzo, los diferentes estadios de desarrollo fenológico según la escala BBCH (Hernández *et al.*, 2010).

Se consideró como fecha de floración masiva cuando las plantas alcanzaron más del 75% de las panículas con sus flores abiertas, lo que se corresponde con el estadio E, de la escala referencia, y los estadios BBCH 615 y BBCH 625 que se corresponden con la primera y segunda oleada de floración masiva. Los días de ocurrencia de la floración masiva principal, se estimaron tomando como fecha de referencia base el 1ro de noviembre, etapa en que ocurre la inducción de la floración.

Se determinaron en cada año, los días para la ocurrencia de la floración masiva en función de cada etapa fenológica, además de la media general y la desviación con respecto a la media correspondiente a los dos momentos de floración.

3.2.2. Influencia de variables del clima en las fechas de floración

La influencia de las variables climáticas más importantes en las fechas de floración masiva, se determinó a partir de las bases de datos climáticos registrados durante el período de inducción y floración (octubre-marzo) de los años 2016 al 2017, en la Estación Meteorológica de Jagüey Grande más cercana al área experimental. Se obtuvieron los promedios mensuales de las variables meteorológicas: temperaturas media, máxima y mínima (°C), amplitud de temperaturas (°C) y las precipitaciones (mm) acumuladas, durante el período analizado y esta información se vinculó con las fechas de floración en días.

3.3. Efectos de la poda en el cultivar de mango Super Haden

3.3.1. Efecto de la poda en el desarrollo de la panícula

En las parcelas existentes en la plantación del cultivar estudiado (tres parcelas y seis plantas por parcelas), se realizaron mediciones cada cinco días del largo de las panículas brotadas, en los años de estudio, a partir de observarse las yemas inducidas que se corresponde con el estadio BBCH 514 (los ejes de la panícula comienzan a alargarse) hasta el estadio BBCH 519 (fin del desarrollo de la panícula) según Hernández *et al.* (2010). En el momento en que el primer tratamiento llegó al estadio BBCH 629 (fin de la floración, cuando todos los pétalos se caen o se secan y se inicia el cuajado de frutos), se midió el largo de las panículas con una cinta métrica en ambos tratamientos para su comparación y se observó el desarrollo de éstas en cuanto a nivel de desarrollo de sus estructuras, color y abertura de las flores.

3.3.2. Efecto de la poda mecanizada en la floración del cultivar Super Haden

La poda mecanizada se realizó con maquinas podadoras de fabricación Israelita, donde se realizaron podas Intensas y ligeras sobre las ramas laterales en todas las calles

3.4. Inicio de la cosecha y crecimiento de los frutos en el cultivar ‘Super Haden’

3.4.1. Determinación de los días para el inicio de la cosecha

Los días desde la fecha de floración a la cosecha, se determinaron cada año contabilizando los días entre la floración masiva y el momento de la cosecha. La recolección para cada campaña se realizó cuando los frutos comenzaron a cambiar de color según el estadio BBCH 801 y se tomó como criterio para la recolección, que los frutos alcanzaran un grado de maduración interna de 8,5° Brix, lo que se estimó en los muestreos realizados cuando ocurrieron cambios de color y de forma en los frutos. Se estimaron la media y la desviación estándar de los días registrados para la cosecha.

3.5. Comportamiento de la producción y calidad de los frutos

En el momento de la cosecha de cada uno de los años analizados, se estimó la producción expresada en número de frutos por planta y peso de la producción (kg/planta) por pesada de todos los frutos con una balanza técnica de 1 g de precisión. Se recogieron muestras de 10 frutos por planta que se pesaron con una balanza técnica de 0.1 g de precisión y se les determinó en la pulpa el contenido de sólidos solubles (°Brix) por refractometría, según el método de ensayo recomendado (NC-224, 2014).

3.6. Evaluación económica

El estudio se basó en el cálculo de los resultados económicos que genera este cultivo para la Empresa Agroindustrial Victoria de Girón, derivados de las producciones de Mango de la Granja 5 Lote J-12, para la realización de este trabajo se tomaron los datos siguientes:

El análisis se basó en calcular toda la producción aportada por esta área en el año 2016 y 2017 procesada en la industria, sobre la base de un rendimiento de 4.70 toneladas de fruta por una tonelada de pulpa aséptica de mango, tomados según datos de rendimiento del Departamento de Producción de la UEB Combinado Industrial Héroes de Girón (2017).

Los precios y destinos fueron tomados del Plan de Ventas elaborado por la Dirección de Contabilidad y Finanzas de la Empresa Agroindustrial Victoria de Girón para el 2017 por destinos que se fijaron en 3,950 CUC por tonelada para el turismo y 10 000 CUP para el mercado nacional, fijando como destinos de la pulpa un 58% para el mercado nacional y un 42% para el turismo. Dirección de Contabilidad y Finanzas, (2017).

Los costos fueron tomados de las fichas de costos elaborados para el 2017 por la Dirección de Contabilidad y Finanzas de la Empresa Agroindustrial Victoria de Girón, fijándose los mismos en 6 778,53 como costo total, de ellos 286,79 en CUC y 6 491,74 en CUP. Empresa Agroindustrial Victoria de Girón, (2017).

3.7. Programas estadísticos utilizados

Todos los análisis de comparación de medias y regresiones entre variables se realizaron con el paquete estadístico Statgraphics Plus Versión 5.1. (2002).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Floración del mango ‘Super Haden’ y efectos del clima en Jagüey Grande

4.1.1. Fechas de floración masiva

En la Tabla 1 se muestra que la floración masiva o principal del cultivar de mango ‘Super Haden’ en las condiciones de Jagüey Grande, se presenta con mayor frecuencia en la segunda decena de febrero lo que corresponde con Aranguren *et al.*, (2016). No obstante, en esta región se manifiestan hasta dos floraciones importantes que se corresponden con los estadios 615 y 625 de la escala BBCH según (Hernández *et al.*, 2010), que registra en códigos numéricos el desarrollo de la floración correspondiente a las brotaciones florales que pueden ocurrir.

Tabla 1. Períodos de ocurrencia de la floración masiva del cultivar de mango ‘Super Haden’ en las condiciones de Jagüey Grande.

Estadios fenológicos de floración masiva ^z	Años	Días para la ocurrencia de la floración principal ^y	Fechas de ocurrencia de la floración masiva
(Primera floración) Estadio No 615	2016	44	2da decena febrero
	2017	39	2da decena febrero
	<i>Media ± D.S.x</i>	<i>53 ± 20 días</i>	<i>2da decena febrero</i>
(Segunda floración) Estadio No 625	2016	141	1ra decena de marzo
	2017	106	2da decena marzo
	<i>Media ± D.S.x</i>	<i>124 ± 25 días</i>	<i>1ra decena marzo</i>

^zEstadios fenológicos de floración según la escala BBCH (Hernández *et al.*, 2010).

^yDías estimados para la floración masiva a partir del 1ro de noviembre.

D.S.x (desviación estándar de la media).

En algunos años cuando la primera floración se ve afectada o no se presenta de forma significativa, ocurre una segunda o tercera como las más importantes como se aprecia en la tabla 1 como la más importante (estadio 625), que se manifiesta alrededor de la segunda decena de febrero y marzo. Como características de la floración de este cultivar en la segunda emisión de panículas, se pudo apreciar que estas eran de menor tamaño y el pico máximo de floración fue más compacto.

Las observaciones fenológicas mostraron de forma general que la floración masiva principal de este cultivar, es muy variable en los años, posiblemente asociado a la

influencia de las condiciones climáticas durante la etapa de inducción y de floración, lo que coincide con (Ríos, 2010).

4.1.2. Influencia de variables del clima en las fechas de floración

En la Tabla 2, se muestra el momento de ocurrencia de la floración masiva principal para el cultivar de mango ‘Super Haden’ expresado en días para la floración desde el 1 de noviembre, y el comportamiento promedio de las temperaturas y acumulado de las precipitaciones en el período de inducción a floración (octubre - febrero) en los años analizados para las condiciones de Jagüey Grande.

Tabla 2. Momento de ocurrencia de la floración masiva y comportamiento previo de las temperaturas y precipitaciones para el mango ‘Super Haden’ en Jagüey Grande.

Variables evaluadas	1ra floración (BBCH-615)	2da floración (BBCH-625)
	2016	2017
Días a la floración masiva (dfm)	44	106
Temperatura máxima °C	29,54	30,0
Temperatura mínima °C	19,52	17,68
Temperatura media °C	24,28	23,88
Humedad relativa %	79,6	76,8
Precipitación acumulada (mm)	450,1	150,3

dfm = días para la floración principal desde 1° noviembre. Período: octubre-febrero.

Se observa que la floración masiva principal se presenta en dos momentos durante la ocurrencia de esta etapa fenológica de desarrollo, que se corresponde con las dos brotaciones que ocurren en esta etapa, temprana (39 días) y otros tardíos (106 días). En este sentido, Albuquerque *et al.* (2012) y São (2012) informan que la fecha de floración depende del comportamiento climático; donde la amplitud entre las temperaturas máximas y mínimas durante el inicio del período invernal y el estrés hídrico en las condiciones tropicales tiene una influencia marcada.

En las condiciones analizadas se apreció que cuando las precipitaciones acumuladas fueron superiores a 450 mm en la etapa de octubre-febrero, la floración principal se

presentó más tarde como ocurrió en el año 2016. Por otra parte, las altas precipitaciones y temperaturas favorecen el desarrollo vegetativo con relación al desarrollo floral, como señala (Fonseca, 2003).

Avilán *et al.* (2012), indican, que el inicio de la floración está asociado con el incremento de la frecuencia de temperaturas nocturnas iguales o menores de 20°C, entre los 30 días que le precedieron, concluyendo además que la ocurrencia de un período seco o de escasas precipitaciones favorecen el proceso de inicio de la floración.

La ocurrencia de la floración masiva en menor número de días, o sea una floración temprana como ocurrió en el año 2016, se relaciona a un fuerte estrés a partir de la tercera decena de octubre y hasta la primera decena de diciembre, fecha en que ocurre la floración masiva. Se presenta además un acumulado de precipitaciones de 250 mm y una amplitud entre las temperaturas máximas y mínimas de 10,3°C, lo que favorece la mayor acumulación de almidones, una disminución de las giberelinas y se presentan las condiciones inductoras (Leger, 2008).

Estas condiciones favorecieron una mejor sincronización de la maduración de las yemas, y el estímulo de la brotación floral por la disminución de la humedad en el período de inducción que a su vez se ve favorecido por la incidencia de temperaturas más bajas y una mayor amplitud entre máximas y mínimas.

Huete (2017) señala que la expresión floral es determinada fundamentalmente por las bajas temperaturas y en menor escala por el estrés hídrico, ya que la temperatura juega un papel fundamental en la regulación del mecanismo de división celular que ocurre durante la diferenciación floral. Sin embargo, en este trabajo se destaca el rompimiento del estrés hídrico con las precipitaciones durante la etapa de inducción como la variable climática que determinó que la segunda floración fuera la principal.

Al analizar el comportamiento climático de estos años se aprecia que las precipitaciones acumuladas en el período previo a la floración fueron mayores que en los años en que la floración fue más temprana. En estas condiciones de altas

precipitaciones, humedad relativa e incidencia de neblinas fuertes, se desarrollaron enfermedades fungosas, principalmente la Antracnosis causada por *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, y esta resultó una causa importante que contribuyó a la caída de las estructuras reproductivas de la primera floración y a que la segunda oleada de flores fuera la más importante.

Montero *et al.* (2012) y Peixoto *et al.* (2012) destacaron la marcada incidencia que tiene este patógenos en las afectaciones a la producción cuando se presenta en el período de floración, cuaje y crecimiento inicial del fruto.

4.2. Efectos de la poda en el cultivar de mango ‘Super Haden’

4.2.1. Efecto de la poda en el desarrollo de la panícula

Las evaluaciones del efecto de la poda en el desarrollo de las panículas realizadas a los 35 días después de la inducción floral, aportó los resultados reflejados en la tabla 3 donde se observan diferencias significativas en la longitud de las panículas de las plantas podadas con respecto a las que no fueron sometidas a un programa de poda, teniendo las primeras, valores promedios de 37,3 cm, lo que denota un mayor desarrollo de las panículas en las plantas podadas. Las panículas en las plantas no podadas alcanzaron valores medios de 14,5 cm, motivado por la demora en iniciar los primeros estadios de emisión y desarrollo de éstas. Entre los tratamientos, existió para las condiciones estudiadas, una diferencia de 25 días como promedio en el inicio de la emisión de yemas mientras que las plantas testigos, demoraron más que en las podadas en iniciar el período de floración.

La comparación de la longitud alcanzada por las panículas en los años estudiados se aprecia en la tabla 3. Apreciándose que la no existencia significativa para los años en las condiciones estudiadas.

Tabla 3. Comparación del desarrollo de la panícula (cm) en plantas del cultivar de mango ‘Super Haden’ en producción en Jagüey Grande.

Años		N	t-value	Valor p
2016	2017			
37.3 ± 2.9 ^z	36.5 ± 3.2 ^z	360	37,673	0,0000000

^z Valores medios ± E S. Diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Todo lo cual indica que las variables climáticas, así como la tecnología aplicada fueron favorable para las condiciones de los años, lo que se corresponde con los resultados y criterios de Perdomo, (2010). No existió alteración del tamaño final de las panículas ya que éstas se encontraban entre los 10 - 60 cm de largo a los 45 días de iniciada la brotación, tamaños que se ubican en el rango de valores indicados por López (2008) y corroborados por Prieto *et al.* (2015).

4.2.2. Efecto de la poda mecanizada en la floración del cultivar ‘Super Haden’

Al realizar una comparación del total de brotes emitidos después de efectuadas podas superiores ligeras y severas de forma mecanizada en el mango c.v. ‘Super Haden’, se aprecia en la tabla 4, que el análisis estadístico mostró que entre las variantes de severidad de la poda no se encontraron diferencias significativas aunque se aprecia una tendencia ligera a que es mayor el número de brotes cuando la poda es más severa.

Tabla 4. Comparación del total de brotes emitidos después de diferentes variantes de poda mecanizada de *topping* en el mango c.v. ‘Super Haden’.

Niveles		Brotes / rama podada	
Tipo de poda	Poda Severa	5,5 a	
	Poda Despunte	4,0 a	
		$F(1,592) = 0.26$	$p < 0.6073$ n.s. N= 300
Diámetro de la rama podada (mm)	40	7,7 a	
	30	4,5 b	
	20	4,4 b	

	0	2,3 c	
	$F(3,592)= 74,28$	$p<0,0000^{**}$	$N= 150$
Interacción 1 x 2			
Poda Severa	40	8,4 a	
Poda Despunte	40	7,0 b	
Poda Severa	30	4,9 c	
Poda Despunte	30	4,2 c	
Poda Severa	20	4,6 c	
Poda Despunte	20	4,3 c	
Testigo (severa)	0	4,2 c	
Testigo (despunte)	0	0,5 d	
	$F(3,592)=180,52$	$p<0,000^{**}$	$N= 75$

En todas las variantes se incluyó una poda lateral. Letras iguales en la misma columna no difieren significativamente al 5% de probabilidad. E.S.x. = 3,61

El diámetro de la rama podada influyó de forma significativa en el número de brotes totales logrados (florales y vegetativos), donde se destaca que es mayor la brotación a medida que aumenta el diámetro de las ramas podadas, y cuando se cortan ramas de 40 mm se logra un mayor número de brotes (7,7), lo que difiere de forma significativa de la brotación emitida por las ramas podadas de menor diámetro.

Las ramas de tamaño medio (30-20 mm), manifestaron un comportamiento intermedio, significativamente mayor en comparación con los brotes logrados en las ramas no podadas.

La interacción de factores (severidad de la poda y diámetro de la rama) mostró que la poda severa de ramas de mayor diámetro induce una mayor brotación total que el resto de las combinaciones de variantes, existiendo coincidencia con los resultados obtenidos por Avilán *et al.* (2002) quienes al realizar poda superior y el entresaque de algunas ramas internas de la copa, pudieron apreciar que el mayor número de períodos activos de crecimiento o flujos se correspondió con el tratamiento de mayor eliminación de follaje, es decir, que a medida que se realizan podas en ramas de mayor diámetro, mayor es el número de flujos vegetativos emitidos.

Avilán *et al.* (2002) indicó que el número de flujos se corresponde con los tratamientos de poda de acuerdo a su intensidad, ya que a mayor intensidad de la poda, mayor número de brotes emitidos y de yemas estimuladas, lo que parece estar relacionado con que los árboles podados tratan de restituir el balance previamente existente entre el sistema radical y la parte aérea.

Se destaca, que del total de brotes emitidos en las ramas podadas de diferentes diámetros, a medida que fue mayor su diámetro el número de brotes fue superior, lo que presupone la necesidad de realizar podas de aclareo en el interior de la copa para favorecer la mayor entrada de luz, correspondiendo con las conclusiones de Albuquerque *et al.* (2002) y São-José (2012).

Al observar la figura 1, se aprecia, que en las ramas de mayor diámetro (40 mm), de los brotes totales sólo un 25% resultó floral y el 75% restante vegetativo mientras que en el resto de las ramas podadas (diámetro 30 mm y 20 mm), el total de brotes fue floral, lo que coincide con los estudios de Oosthuysen (1997) al plantear que cuando a los árboles se les realiza una poda severa una vez cerrada su copa existe la tendencia de producirse una disminución del rendimiento en la estación siguiente.

Es importante indicar que según Mora *et al.* (2012) la cantidad de follaje que se poda no debe pasar del 25% del total de la copa del árbol, pues se puede provocar que el árbol durante un año se mantenga en desarrollo vegetativo, pero en las condiciones estudiadas las plantas se encontraban en período de estimulación floral por frío lo que motivo, la emisión de brotes florales, cuando las podas superiores fueron ligeras.

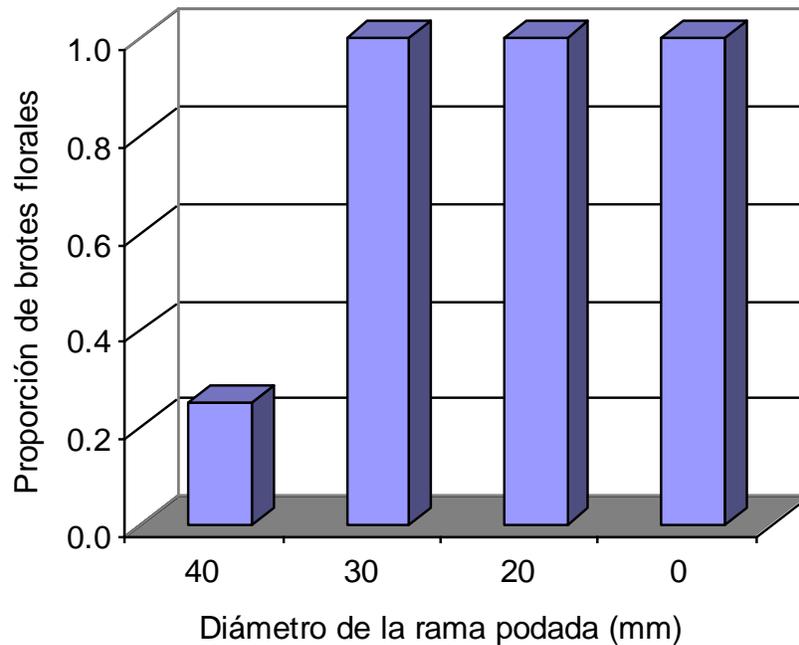


Figura 1. Proporción de brotes florales emitidos en las diferentes variantes de poda realizadas.

Se apreciaron diferencias significativas entre los testigos no podados de parcelas con poda severa y poda de despunte, lo que se explica por el hecho de que la luz tiene un papel principal en la estimulación de la brotación de las yemas.

Las podas de despunte de las ramas, causaron que el crecimiento de los brotes laterales fuera más rápido y por lo tanto, favorecieran una brotación floral sincronizada y uniforme en toda la copa del árbol. Este despunte aumentó significativamente el número de ramas con flores, lo que se corresponde con investigaciones realizadas por Davenport *et al.* (2017)

Tabla 5. Comparación del total de panículas emitidas después de diferentes variantes de poda de topping en plantaciones de mango ‘Haden’.

Niveles		No de panículas
Tipo de poda	Poda Severa	3,9 a
	Poda Despunte	3,8 a
		F(1,592)=.02; p<.8938
		N= 300

Resultados y discusión

	40	4,6 a
Diámetro de la rama podada (mm)	30	4,5 a
	20	4,4 a
	0	2,3 b
	F(3,592)=53,61; p<.0000	
		N= 150
Interacción 1 x 2		
Poda Despunte	40	7,0 a
Poda Severa	40	2,2 d
Poda Despunte	30	4,2 b
Poda Severa	30	4,9 b
Poda Despunte	20	4,3 b
Poda Severa	20	4,6 b
Testigo despunte	0	0,5 d
Testigo severa	0	4,2 b
N= 75		

En todas las variantes se incluyó una poda lateral. Letras iguales en la misma columna no difieren significativamente al 5 % de probabilidad. E.S.x. = 3,61

Al evaluar el efecto de la poda, según el diámetro de la rama podada, se aprecia que cuando la intensidad fue mayor (40 mm), la proporción de brotes florales fue menor, lo que coincide con los estudios realizados por Avilán *et al.* (2011) al evaluar los efectos de la poda en el cultivar 'Haden', donde determinaron que al aumentar la intensidad de la poda existe una reducción del porcentaje de floración.

No se recomienda podar ramas de diámetro superiores a 40 mm, ya que se produciría una excesiva respuesta vegetativa lo que concuerda con los resultados de Medina y Núñez (1996) y que además tiende a la pérdida de fructificación. Los diferentes tratamientos de poda no afectaron significativamente la floración, lo que coincide con Medina y Núñez (2010) no obstante, se presenta el análisis descriptivo de estas variables por observarse determinadas tendencias.

La aparición de flores totales en el tratamiento de poda ligera (*topping* y lateral) a los 35 días de efectuada la poda (tabla 5) estuvo dominada por la poda a 40 mm (tres flujos de crecimiento), seguida de la intermedia a 30mm, (dos flujos) y posteriormente la poda ligera a 20 mm, (un flujo), y en el testigo donde se presentó el menor número de ramas con flores, limitándose la emisión de éstas en el brote terminal, que fueron de menor tamaño y menos compactas. Se infiere que una poda suave o ligera podría estimular una mayor cantidad de flores durante la época de floración. Igualmente se desprende de los resultados obtenidos que la época de cosecha se podría adelantar en relación al testigo con este tipo de poda.

Cuando se analiza la poda severa de *topping* con una poda lateral las ramas podadas de más de 40 mm de largo (tres flujos) tuvieron brotaciones vegetativas y esto no ocurrió de igual forma que en el resto de los diámetros de ramas podadas (dos y un flujo), lo que coincide con Mora *et al.* (2012) quienes plantean que la cantidad de follaje que se poda no debe exceder el 25% del total de la copa del árbol.

Como puede apreciarse en la figura 2 (A), al hacer podas severas de *topping* la cantidad de follaje removido es superior, siendo precisamente en esta variante donde el 75 % de los brotes emitidos fueron vegetativos; no ocurriendo de la misma forma cuando las podas superiores fueron ligeras, como se observa en la figura 16 (B).

Los mejores resultados se obtienen cuando los cortes se realizaron en ramas de menos de 40 mm de diámetro (se corresponde al tamaño menor de la tercera unidad intercalar) con el propósito de prevenir el crecimiento no deseado de un segundo brote, aun cuando las plantas están bajo un estrés por bajas temperaturas. Estos resultados se corresponden con los Davenport *et al.* (2005) al plantear que podas severas por encima de la tercera unidad intercalar favorece la emisión de yemas vegetativas.



Figura 2. Follaje cortado con poda severa (A) Follaje cortado con poda ligera (B)

De los resultados obtenidos se puede inferir que las podas no severas (< 40 mm.) efectuadas en el período de inducción floral natural, favorecen la emisión de brotes florales en yemas axilares de las ramas podadas y en las terminales de las ramas cercanas, lo que según Galán (2017) pudiera ser consecuencia de la ruptura de la dominancia apical producto a la poda en una época en que están presentes los factores que favorecen la floración, como las bajas temperaturas que después de la poda pudieron estimular la producción de flores axilares.

Vásquez, *et al.* (2010) plantean que el rendimiento en los árboles podados con intensidad de media y baja, en el cv 'Ataulfo', produjeron ligeramente más que los testigos, y donde se podó a una intensidad mayor el rendimiento se redujo considerablemente; lo cual coincide con el presente trabajo, ya que en las podas más severas de *topping* realizadas (mayores a 40 mm) se apreció menor emisión de panículas, aun existiendo condiciones favorables de inducción por frío.

Se evaluaron tres intensidades de poda (20, 30 y 40 mm) en mango 'Haden' indicando que la poda no afectó la floración y fructificación, lo que no coincide totalmente con los resultados del presente trabajo para las condiciones estudiadas, ya que al realizar podas de *topping* superior de mayor intensidad, las ramas superiores y lateral de más de 40 mm, manifestaron la tendencia de emitir mayor cantidad de brotes vegetativos.

4.3. Inicio de la cosecha de los frutos en el cultivar de mango ‘Super Haden’

4.3.1. Determinación de los días para el inicio de la cosecha

El conocimiento de la fecha en que ocurre la floración masiva es de vital importancia para establecer la edad de los frutos durante su desarrollo y a partir de este momento definir los días que se necesitan para alcanzar la madurez comercial e iniciar la cosecha. En el análisis de los datos (Tabla 6) se aprecia que los frutos del cultivar de mango ‘Super Haden’ en Jagüey Grande, están listos para la cosecha a los 135 ± 11 días desde la floración masiva (estadio 809 escala BBCH) según Hernández *et al.* (2010) lo que se corresponde con el período de la tercera decena de junio.

Tabla 6. Estimación de los períodos de mayor probabilidad de inicio de la cosecha del cultivar de mango ‘Super Haden’ en las condiciones de Jagüey Grande.

Años	Fechas de ocurrencia de la floración masiva	Días desde la floración masiva a la cosecha ^x	Fechas de inicio de la cosecha
2016	15/02/2016	142	25/06/2016
2017	16/02/2017	137	22/06/2017
Media \pm D.S.x	2da decena de febrero	135 ± 11 días	3ra decena de junio 3da decena de junio

^x *Días para la cosecha desde la floración masiva \pm desviación estándar. (N=5 años).*

Para las condiciones de Brasil, Pinto *et al.* (2009) señalan que la época de maduración de los frutos de mango varía entre las diversas regiones productoras, en correspondencia con las condiciones climáticas en el período de desarrollo desde la floración hasta la madurez fisiológica, transcurriendo por lo general de 100 a 150 días o menor tiempo en las regiones más calurosas, como ocurre en las condiciones de Jagüey Grande.

En la Tabla 6 se observa que en el 2016 la floración se inició en la tercera decena de enero, teniendo su pico el 15 de febrero y realizándose la cosecha la tercera decena de junio con 142 días de iniciada la floración a la cosecha. En el 2017 la floración se

inició la primera decena de diciembre del 2016 teniendo su pico la segunda decena de febrero, cosechándose en la segunda decena de junio con 137 días de la floración masiva a la cosecha.

4.4. Comportamiento de la producción y calidad de los frutos

En la Tabla 7 se observa que la producción del mango ‘Super Haden’ en Jagüey Grande, durante los años analizados, alcanzó valores entre 96,4 y 157,8 kg/planta, con un número de frutos por planta que se incrementa con la edad de la plantación de 99 a 192 durante las campañas analizadas.

Tabla 7. Comparación de la producción y calidad de los frutos de mango ‘Super Haden’ por años calendario durante dos campañas en Jagüey Grande.

Años	Producción (kg/planta)	Número de frutos/planta	Masa/Fruto (g)	°Brix de la pulpa (en la cosecha)
2016	144,0	150	980 ab	12,3 ab
2017	157,8	192	821 b	11,4 b
E.S.	0,58 ns	0,63 ns	0,34*	0,25*
CV (%)	27,46	28,27	5,52	9,89

HSD de Tukey; N=5; Transformación a \sqrt{x} ; Datos medios \pm D.S

La comparación entre años para estas variables no muestra diferencias significativas, sin embargo, la variabilidad en el número de frutos por planta y la producción es alta. Esto resultados indican que durante el estado juvenil de las plantas de mango el aumento de la producción y número de frutos, aunque creciente es muy variable.

Con relación a este aspecto, Cartagena (2009) señala que el crecimiento vegetativo en el mango no es continuo, y se da por flujos esporádicos en secciones de la copa, mientras que el crecimiento reproductivo generalmente tiene una separación temporal con respecto al crecimiento vegetativo, lo cual reduce la competencia por los nutrientes durante los eventos de mayor demanda de asimilados, como son la floración y desarrollo del fruto.

Las plantas de mango en esta área están en su estado juvenil (cuatro a ocho años) y mantienen una tendencia al incremento anual de su producción, no obstante, su

variabilidad es alta, lo que se atribuye a que no todas las plantas expresan de forma sincrónica su potencial productivo y se presenta la alternancia a nivel de rama. En las evaluaciones realizadas se observa que no en todo el árbol los brotes vegetativos alcanzan su madurez fisiológica lo que limita su diferenciación en brotes florales, y esto trae como resultado de un alta la variabilidad en la producción.

Algunos autores como Osuna-García *et al.* (2011) plantean que con el empleo de la poda o las aplicaciones de productos hormonales como el Paclobutrazol, nitratos de potasio o calcio se puede regular la producción por la sincronía en la emisión de brotes florales que estas prácticas inducen. Con relación a la calidad de los frutos se aprecia que la masa fresca mostró diferencias significativas entre años. Los frutos de menor masa se obtuvieron durante el año 2017 (821 g/fruto), en comparación con el año 2016 que fue de 980 g.

Esta tendencia puede ser explicada por el hecho que la población de frutos analizados en el 2017 se corresponde con una segunda floración, más tardía con respecto a la media y un incremento en el número de frutos por planta y la producción, lo que influye en que a una mayor cantidad de frutos estos fueran más pequeños, como resultado de la competencia que se establece entre ellos por foto asimilados durante su crecimiento.

En las condiciones de Trinidad, Cuba, Mulkay y Paumier (2009) cosecharon este cultivar con una masa promedio entre 792 a 981 g/fruto, lo que se corresponde con la obtenida para esta variedad en Jagüey Grande durante años similares.

La calidad interna de los frutos en la cosecha en función del °Brix alcanzó valores entre 11,4 y 13,5. Se aprecia, que en el 2017 esto puede estar influenciado por las variables meteorológicas, se cosecharon frutos con un contenido de sólidos más bajo con respecto al resto de las cosechas, aunque el año 2016 mostró un valor intermedio. Estudios realizados en Trinidad mostraron que la cosecha se realizó con índices de madurez más bajos (7,45 a 8,87 °Brix) que evolucionaron satisfactoriamente a 16 °Brix después de 19 días de conservados los frutos (Mulkay y Paumier, 2009).

En países como Brasil Alves *et al.* (2002) indican que la cosecha de variedades como Tommy Atkins, Kent y Haden se realiza con un índice mínimo de madurez expresada en los °Brix que es de 7,3 a 7,4 y 6,6 en el Keitt. Para mangos a comercializar en mercado local por un período corto se recomiendan 10 °Brix y para la exportación un Brix de siete a ocho como mínimo para iniciar la cosecha, lo que corresponde con los valores estipulados para este cultivar en las condiciones de Jagüey Grande.

4.5. Evaluación económica

Con estos elementos fueron calculados los resultados económicos de el area objeto de estudio en los años 2016 y 2017 que se muestran a continuación en la Tabla 8.

Tabla 8. Analisis de los resultados económicos

Año	Producción (t)	Equivalente a Pulpas	Destinos		Ingresos			Costos			Resultados Netos (Miles de Pesos)
			Turismo (t)	Mercado Nacional (t)	Turismo (MCUC)	Mercado Nacional (MCUP)	Total (Miles de Pesos)	Turismo (MCUC)	Mercado Nacional (MCUP)	Total (Miles de Pesos)	
2016	272.8	56.8	23.9	33.0	94.3	568.4	662.7	27.0	214.0	241.05	421.6
2017	278.8	58.1	24.4	33.7	96.4	580.9	677.2	27.6	218.7	246.35	430.9
Total	551.6	114.9	48.3	66.7	190.7	1,149.3	1,339.9	54.7	432.7	487.4	852.5

Como se aprecia la convección de 4,80 toneladas de frutas da una tonelada de pulpa, las que se destinaron según se refleja en la tabla, para turismo y mercado nacional, en ambos años, con ingresos totales para el 2016 y 2017 de 662,7 y 677,2 miles de pesos, respectivamente; que a partir de restarle los gastos, representa resultados netos positivo para cada uno de los años de 421,6 y 430,9 miles de pesos. Los resultados indican un efecto económico positivo de 852,5 miles de pesos cubanos de los cuales 67,3 son en miles de CUC. Se destaca que esta alto nivel de ganancia esta dado por los altos precios del mercado nacional.

5. CONCLUSIONES

- La floración masiva del mango 'Super Haden' en las condiciones de Jagüey Grande, se presenta entre la segunda decena de febrero determinada por la influencia de las precipitaciones acumuladas y las temperaturas durante el período de inducción y floración.
- Los frutos alcanzan los requisitos mínimos para su cosecha, entre la 3ra decena de mayo y la 3ra decena de julio, correspondiendo a 135 ± 11 días del momento de ocurrencia de la floración masiva, con variaciones en su tasa de crecimiento determinadas por las precipitaciones acumuladas durante su desarrollo.
- La producción del mango 'Super Haden' en Jagüey Grande, durante los años analizados, alcanzó valores entre 96,4 y 157,8 kg/planta; en la calidad de los frutos se aprecia que la calidad interna de los frutos en la cosecha en función del °Brix alcanzó valores entre 11,4 y 13,5.
- Las podas tuvieron influencia en cuanto a la longitud de las panículas y la emisión de brotes florales.

6. Recomendaciones

- Valorar la influencia de las variables meteorológicas en la floración, fructificación y cuajado de los frutos en los años venideros

7. BIBLIOGRAFÍA

- Albuquerque, J. A. S.; Gurgel, A. C.; Silva, J. F.; Leite, E. M. 2014. Floração da mangueira através do uso de incisão anelar. Congresso Brasileiro de Fruticultura. 13 (2): 701-706.
- Albuquerque, J. A. S.; Medina, D. V. y Mouco, M. A. 2012. EMBRAPA Informação Tecnológica. Capítulo 13. p. 261 – 276.
- Alves, R. E.; Almeida, Eloisa; Barbosa, J. I.; Coelho, Maria; Bené, Tania e. Guilherme, A. 2002. A cultura da mangueira. Capítulo 17. Colheita e Pós-colheita. EMBRAPA. Informação Tecnológica. p. 383 – 405.
- Aranguren, M. 2009. Pronósticos de madurez y otras especificaciones de calidad para el ordenamiento de cosecha de los cítricos de Jagüey Grande. La Habana. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical.
- Avilán R. L y Rengifo, C. 2012. El cultivo del Manguero en Venezuela. fertilización. FONAIAP-CENIAP, Maracay. Venezuela. N° 40 . p. 7.
- Avilán, L.; Marín, C.; Rodríguez, Margot y Ruíz, J. 2002. Comportamiento de los brotes de mango en plantas tratadas con diferentes intensidades de poda, Paclobutrazol y nitrato de potasio. Agronomía Tropical. 50 (3): 347-360.
- Avilán, L.; Marín, C.; Rodríguez, Margot y Ruíz, J. 2011. Crecimiento, floración y producción del mango sometido a diferentes tratamientos en plantaciones de alta densidad. Agronomía Tropical. 51 (1): 29-47.
- Avilán, L.; Soto, E.; Marín, C.; Pérez, Mercedes; Rodríguez, Margot y Ruíz, J.. 2008. Mango productivity of a high density population during full production period. Agronomía Tropical. 58 (2): 181-191.
- Ayala, A. V.; Almaguer, G.; Trinidad, N. K.; Cauich, I. y Rendón, R. 2009. Competitividad de la producción de mango (*Mangifera indica* L.) en Michoacán. Chapingo. Serie Horticultura 15 (2): 133-140.

- Briceño, S.; Zambrano, Judith; Materano, W.; Quintero, Ibis y Valera, Anne. 2015. Calidad de los frutos de mango 'Bocado', madurados en la planta y fuera de la planta cosechados en madurez fisiológica. *Agronomía Tropical*. 55(4): 461-473.
- Capote, M. 2012. Panorámica de los recursos genéticos de mango (*Mangifera indica* L.) y su aplicación en el programa de mejoramiento en Cuba. Conferencia. Primer Simposio Internacional del Mango. Santiago de Cuba, Cuba. 10 p.
- Cartagena J. R. 2009. Crecimiento y desarrollo del mango [en línea]. Disponible en: <http://www.agro.unalmed.edu.co/departamentos/agronomia/docs/mango.pdf>. [Consulta: noviembre, 18 2017].
- Chacko, E. and Turnbull, C. 2012. The role of immature leaves in shoot growth of mango (*Mangifera indica* L.) Abstracts IV International Mango Symposium. (CD).
- Chacko, E. K. 2016. Physiology of vegetative and reproductive growth in mango (*Mangifera indica* L.) trees. Australian Mango Workshop 1. Cairns, Queensland Proceedings. Melbourne: Cisro. p. 54.
- Crane. J. H. y Campbell, C. W. 2012. El mango en Florida. University of Florida. Miami Dade EEUU. Servicio de Extensión. p. 1-8.
- Cull, B. 2011. Mango crop management. *Acta Horticulturae*. 291: 154-173
- Cumare, J. y Avilán, L. 2014. Descripción y caracterización de nueve variedades de mango a ser usados como patrones. III Estudio fenológico. *Agronomía Tropical* 44(3): 417-439.
- Davenport, T. 2009. Poda de mango. Ed. Cluster de mango. Curso poda de mango. Baní. Republica Dominicana. 25 p.
- Davenport, T. L. and Núñez-Elisea, R. 2017. Stress Physiology. *The Mango, Botany, Production and Uses*. CAB International. Oxon. R.E. Litz (Ed.). Wallingford. p. 147-174.
- De Queiroz-Pinto, C. A.; Faleiro, F. G.; Ramos, V. H. V.; Cordeiro, M. C. R.; De Andrade, S. R. M.; Junqueira, N. T. V.; Dias, J. N. 2009. Performance of seven

- new mango (*Mangifera indica* L) hybrid selections at central region of Brazil. Acta Hort. 820 (Abstract).
- EAVG. 2017. Instructivo Técnico para el mango en la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón”. Departamento de Producción. p. 18.
 - ECVG. 2016. Tecnología para el cultivo del mango en la Empresa Agroindustrial Victoria de Girón. Jagüey Grande. 10 p.
 - ECVG. 2017. Tecnología para el cultivo del mango en la Empresa Agroindustrial Victoria de Girón. Jagüey Grande. 12 p.
 - Empresa Citrícola “Victoria de Girón” [ECVG]. 2010. Inventario oficial de plantación de frutales. Departamento de Desarrollo de la Empresa Citrícola “Victoria de Girón”. p. 12.
 - Farrés, E. 2013. El Cultivo del Mango. Presentación. Dirección Técnica productiva. IIFT. Ciudad de la Habana. Cuba. p. 21.
 - Ferarri, Diana y Sergent, E. A. 2016. Promoción de la floración y fructificación del mango (*Mangifera indica* L.) cv “Haden” con paclobutrazol. Facultad de Agronomía. Maracay. 22: 9 – 17.
 - Ferreira, E.; Borges, Ana; Ferreira, V.; Sousa, A. A. y Silva, A. 2010. Irrigacao e fertirrigacao da mangueira. Circular Técnica. EMBRAPA. No 39. 28 p.
 - Fonseca, N. 2013. Florescimento e Productio da Cultura da Mangueira (*Mangifera indica* L.). Ed. Documentos EMBRAPA. Brasil. 54 p.
 - Galán, V. 2008. El mango. Generalidades históricas, botánicas y genéticas. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias Apdo. 60 - La Laguna 38200. Tenerife. Islas Canarias. España. p. 1-9.
 - Galán, V. 2009. El cultivo del mango. Madrid. Ediciones Mundi-Prensa.
 - Galán, V. 2017. Horticultural practices of mango. Acta Horticulturae. 455: 391-400.

- Goguey, T. 2007. Architectural approach of the mechanism of canopy growth and flowering of mango trees. *Acta Horticulturae*. 455: 124-131.
- Gómez-Cruz, M. A., Swentesius-Rinderman, R.; Ortigoza-Rufino, J.; Gómez-Tovar, L. 2009. Datos básicos de la agricultura orgánica de México. Sistema de Seguimiento e Información de la Agricultura Orgánica en México. Universidad Autónoma de Chapingo. CIIDRI-CONACYT. 60 p.
- Guzmán, C.; Alcalde, S.; Mosqueda, R. y Martínez, A. 2016. Ecuación para estimar el volumen y dinámica de crecimiento del fruto de mango cv. Manila. *Agronomía Tropical* 46(4): 395-412.
- Hernández, A. M.; Ascanio, O.; Cabrera, A.; Morales, Marisol y Medina, N. 2010. Correlación de la nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba con la World Referente Base. Conferencia en curso de postgrado de clasificación de los suelos. Maestría en ciencias del suelo, UNAH-INCA. p. 15.
- Hernández, P. M.; Agustí, M.; Aranguren, M.; Fernández, D. Galán, V. and Reig, Carmina. 2010. Phenological development stages of mango (*Mangifera indica* L.) according to the BBCH scale. Programme-Abstract Book IX International Mango Symposium, Sanya, Hainnan Province, China. p. 13.
- Huete, M. 2017. Guía para el cultivo del mango (*Mangifera indica* L.) en Honduras. p. 1- 63.
- Human, C. F.; Rheeder, R. y Sippel, A. D. 2009. New cultivars and hybrid selections from the mango breeding program of the Agricultural Research Council in South Africa. *Acta Hort.* (Abstract). 820: 230-243
- IIFT. 2013. Actualización de las cartas tecnológicas. Mango (*Mangifera indica*, L. Cuba. 5 p.
- Iyer, C. P. A y Schnell, R.T 2009. Breeding and genetics. 67-96 pag. In: The mango botany, production and uses. (Ed) R.E. Litz. Second Edition. CABI.

- Kader, A. and Mitcham, B. 2008. Optimum Procedures for Ripening Mangoes [en línea]. Disponible en: http://postharvest.ucdavis.edu/Pubs/Pub_Desc_9.pdf. [Consulta: octubre, 18 2017].
- Kamara, A. 2011. Nutrición, regulación del crecimiento y desarrollo. Ed. Intrakam, s.a. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 2.
- Knight R. J., Campbell, R.J. and Mcguire, I. 2009. Important mango cultivars and their descriptors. 42-66 pag. In: The mango botany, production and uses. (Ed) R.E. Litz. Second Edition. CABI.
- Kosterman, A. y Bompard, J. 2013. The mangoes, their botany, nomenclature, horticulture and utilization. Ed. Academy Press. Londres. p. 933.
- Laguado, N.; Marín, M.; Arenas, L.; Araujo, F.; Castro, C. y Rincón, A. 2012. Criolla Roja type guava fruit (*Psidium guajava* L.) growth. *Fac. Agron.* 19 (4): 16.
- Leger, R. 2008. Guía Técnica. El cultivo del mango. Serie Cultivos. Sección III: Aspectos Claves. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal. Rep. Dominicana. 148 p.
- León, M. T.; Orellana, E.; Miranda, J. L.; Gaitán, F.; Hernández, J. 1997. Consideraciones sobre el cultivo del mango de exportación en Guatemala. PROFRUTA, Programa de Apoya Regional en Sanidad Agropecuaria. CEEALA-91/37. p. 91.
- López, L. 2008. El cultivo del mango. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo [en línea]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos35/exportacion-mango/exportacion.-mango.shtml>. [Consulta: marzo 25 2017].
- Martínez, E; Barrios, G; Rovesti, L y Santos, R. 2017. Manual integrado de plagas. Manual Práctico. Biopreparados. Impreso Grup Bou, Tarragona, España. p. 244-251.

- Medina, V. M, Vázquez, M y Pérez, S. 2010. Producción orgánica de mango: conceptos básicos para la conversión de huerto convencional a orgánico. CUCBA-Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco. México. 11 p.
- Montero, J. M.; Gamboa, J. y Elizondo, R. 2012. Guía para el cultivo del mango *Mangifera indica* L. en Costa Rica. Ministerio de Agricultura y ganadería. 55 p.
- Mora, A; Téliz, D.; Aguilera, A. R. 2012. Mango: Manejo y comercialización. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. México. p. 24.
- Mulkay, Tania y Plumier, A. 2009. Aplicación de una metodología para la determinación de los índices de cosecha en frutos de mango (*Mangifera indica* L.) cv Super Haden en Trinidad, provincia Sancti Spíritus. Ficha técnica de los resultados de la investigación científica. Resultados Investigación Científica Instituto Investigaciones Fruticultura Tropical. Ciudad de La Habana. p. 5.
- NC-ISO IDT 2173. Productos de Frutas y Vegetales. Determinación del contenido de sólidos solubles. Código refractométrico. 2014.
- Norma Cubana 224. Mango-especificaciones. 2014.
- Núñez–Elisea, R. and Davenport, T. L. 2015. Efecto leaf age, duration of coal temperatura treatment, and photoperíodo on bud dormancy release floral unition in mango. *Horticulturae Scientia*. 62: 63- 73.
- Oosthuysen, S. A. 1997. Some principles pertaining to mango pruning and the adopted practices of pruning mango trees in South Africa. *Acta Horticulturae*. 455: 413-421.
- Osuna-García, J. A.; Báez-Sañudo, R.; Medina-Urrutia, V. M. y Chávez-Contreras, X. 2011. Residualidad de Paclobutrazol en frutos de mango (*Mangifera indica* L.) ‘Tommy Atkins’. *Chapingo Serie Horticultura*. 7(2): 275-282.
- Peixoto, H.; Cavalcanti, Selma; Pires, A.; Olivera, Valeria; Moreira, W. A.; Ferreira, Claudia. 2012. A cultura da mangueira. Capítulo 15. Doenças, Monitoramento e controle. EMBRAPA. Informação Tecnológica. P. 301 – 376.

- Pérez, L. M. y Almaguer, G. 2008. Análisis técnico y administrativo del proceso de producción de mango (*Mangifera indica* L.) en Tepalcatepec, Michoacán. Ed. Luís Mateo. Universidad Autónoma Chapingo. México. p. 14-18.
- Pinheiro, J. M.; Simão, J.; Castro, A. H.; Pinto, G. A. e Castro, M. T. 2012. A Cultura da Mangueira. Cap. 3. Ecofisiologia. Editores Técnicos: P. J. de Carvalho y A. C. de Queiroz. EMBRAPA Informação Tecnológica. Brasília, DF. Brasil. p. 37-50.
- Pinto, G. A.; Queiroz, A. C. e Ferreira, F. R. A. 2009. Cultura da Mangueira. Editores Técnicos: P. J. de Carvalho y A. C. de Queiroz Pinto. Cap. 2. Origen, Dispersão, Taxonomia e Botânica. EMBRAPA Informação Tecnológica. Brasília, DF. Brasil. p. 31-36.
- Praloran, J. 2007. Los agrios, Barcelona, Editorial Blume. Sánchez, P. 1976. Properties and management of soils in the tropics, New York, John Wiley and Sons.
- Prieto, J. J; Covarrubias, J. E; Romero, A. y Figueredo, J. 2015. Paquete tecnológico para el cultivo del mango en el estado de Colima. Ed. D. M. Olmos. Gobierno del Estado de Colima. Secretaria de Desarrollo Rural. Tecomán. México. INIFAP. p. 56.
- Ribeiro, Julia. 2008. Mudanças climáticas e a expectativa de seus impactos na cultura da cana-de-açúcar na região de Piracicaba, SP. Dissertação de Mestrado Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). Universidade de São Paulo. Brasil. 116 p.
- Rojas, E. 2009. Efecto de la poda de mantenimiento el nitrato de potasio y el nitrato de calcio sobre la floración del mango (*Mangifera indica* L.) cv. Haden. Fac. Agron. 22: 47-56.
- São-José, A. R. 2012. Notas de Clase. Curso Internacional de Mango. Guatemala, 18 al 22 de marzo. p. 10.

- São-José, A. R. and Rebouças, T. N. H. 2010. Use of Paclobutrazol in mango orchards in southwest region, Bahia State, Brazil. *Acta Horticulturae*. 509: 713-718.
- Schaffers, B.; Andersen, P. C. and Ploetz R. C. 2012. Responses of fruit crops to flooding. *Horticultural Reviews*. 12: 257-313.
- Schaffers, B.; Andersen, P. C. and Ploetz R. C. 2014. Mango. Handbook of environmental physiology of fruit crops: sub -tropical and tropical crops. In Schaffer, B. Anderson, P.C. (Ed). Boca Raton: CRC Press. 2: 165-197.
- Silva, J.; Oliveira, C.; Lincon, J. e Estevão, C. 2012. A Cultura da Mangueira. Cap. 1. Aspectos Socioeconômicos. Editores Técnicos: P. J. de Carvalho y A. C. de Queiroz. EMBRAPA Informação Tecnológica. Brasília, DF. Brasil. p. 19-30.
- Silva, L. M. G. 2008. Doses e métodos de aplicação do paclobutrasol em mangueiras cv. Tommy Atkins. Cruz das Almas-BA. Tese Mestrado. UFBA.
- Singh, R. N. 2008. Problems and possibilities in mango orcharding. *Punjab. Hort. J.* 3: 85-86.
- Singh, Z. 2006. Gibberellin type and time of application influence fruit set and retention in mango. Abstracts for the VIII International Mango Symposium. (CD).
- Smith, M. W.; Bright, J. D.; Hoult, M. D.; Renfree, R. A. y Maddern, T. 2008. Field evaluation of 64 rootstocks for growth and yield of Kensington Pride mango. *HortScience* 43(6): 1720-1725.
- Statgraphics plus Versión 5.1. 2002. Statgraphics® Plus for Windows, Statistical Graphics Corp. Online Manual.
- Teixeira de Castro, M. y Reinhardt, D. H. 2013. Relações entre parâmetros de crescimento do fruto da manga cv. Haden. *Brasileira Fruticultura*. 25(1): 36-38.
- Vázquez, V.; Pérez, B. y Osuna G. J. A. 2010. La poda del mango. INIFAP, CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Libro Técnico Núm. 2. 166 p.

- Ware, A. 2009. Cover crops for soil improvement in horticultural crops. Publication H. 1100. 4 p.
- Whiley, A. W. and Schaffers, B. 2007. The mango: botany, production and uses. Cap 5. Strees physiolog. Florida: LITZ, R.E. (Ed). CAB International. p. 147-173.
- Young, T. W. and Sauls, J. W. 2008. The mango industry in Florida. Florida Cooperative Extension Service Bull. p. 70.