

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS Y PESQUERAS
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

**DESFASAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE MANGO 'ATAULFO' CON
PRÁCTICAS AGRONÓMICAS EN HUARISTEMBA, NAYARIT**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS EN EL ÁREA
DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

PRESENTA

ING. DALIA ANGÉLICA GARCÍA DE NIZ

TUTOR

DR. GREGORIO LUNA ESQUIVEL

ASESORES

DR. RUBÉN BUGARÍN MONTOYA

DRA. BEATRIZ GUILLERMINA ARRIETA RAMOS

DR. ROBERTO GÓMEZ AGUILAR

DR. GELACIO ALEJO SANTIAGO

Xalisco, Nayarit; Diciembre de 2011

RESUMEN

El mango presenta diversos problemas en México y específicamente en Nayarit, entre los que destacan la estacionalidad marcada en los meses de mayo y junio, lo que trae como consecuencia la baja rentabilidad del cultivo en este periodo. El otro problema muy serio es la escasa tecnología aplicada en la combinación de podas, reguladores de crecimiento, riego y nutrición, para adelantar o retrasar la cosecha y así disminuir el impacto del sobreabastecimiento de fruto en el mercado. Por lo tanto, en ésta investigación se planteó el objetivo de estudiar la combinación de poda, nitrato de potasio al 3.5 % y dosis de paclobutrazol de 7.5, 11.25 y 15 mL por árbol respectivamente en el desfaseamiento de la producción de mango 'Ataulfo' en tres fechas diferentes. Los tratamientos fueron: 1) con fertilización, sin poda, sin KNO_3 y sin PBZ; 2) con fertilización, poda, KNO_3 y 7.5 mL de PBZ; 3) con fertilización, poda, KNO_3 y 11.25 mL de PBZ; 4) con fertilización, poda, KNO_3 y 7.5 mL de PBZ; 5) Sin fertilización, sin poda, sin KNO_3 ni PBZ. Los resultados encontrados fueron: que en mango 'Ataulfo' los árboles sin poda y sin PBZ solo emitieron un flujo vegetativo de un ciclo productivo a otro. Los árboles tratados con poda y PBZ generaron hasta tres flujos vegetativos, independientemente de que se inicien las practicas agronómicas en abril, mayo o junio, pero el vigor en el segundo y tercer flujo vegetativo dependerá del obtenido en el primero. El número de brotes vegetativos e inflorescencia por m^2 se incrementó cuando los árboles de mango 'Ataulfo' se podaron y aplicó PBZ, indistintamente de la dosis de regulador de crecimiento y fecha de poda. El paquete tecnológico aplicado a partir de abril y mayo, adelantó la cosecha 42 d, y la poda de abril generó la mejor eficiencia productiva ($7-11 \text{ kg m}^{-2}$). La mayor incidencia de mango partenocárpico se presento en poda de junio (57-80 %). El PBZ no afectó el color; concentración de sólidos solubles totales (15 a 17 ° Brix); proporción pulpa-cáscara-semilla, pero incrementó la acidez titulable y generó la mayor pérdida de peso (13 a 16 %) en poda de abril y mayo, en frutos normales de mango 'Ataulfo'. Sin embargo, los resultados de la evaluación sensorial indicaron que para este caso a mayor dosis de PBZ se obtiene mejor sabor. Resultados similares se encontró en las variables postcosecha de frutos

partenocárpicos, donde no se observó un impacto significativo por las diferentes dosis del regulador de crecimiento, a excepción la pérdida fisiológica de peso, donde se encontró la mayor pérdida a mayor concentración del regulador.

DEDICATORIA

A mis padres

Rigoberto García De León quién con su carácter de vencedor y gran persona en la vida, me ha dado siempre el apoyo moral y económico para realizar todos y cada uno de mis sueños y anhelos y Martina De Niz Preciado que con su ejemplo de amor y ternura ha estado siempre presente para darme la fortaleza y el valor cuando lo he necesitado.

A mis hermanos

Martha Adriana García De Niz y Adrián Rigoberto García De Niz, por que con su incomparable apoyo físico y emocional me ayudaron en los momentos más difíciles en la maestría, siempre me tendieron la mano con el trabajo y palabras de aliento.

A mi mejor amigo

Augusto Robles Coronado, porque desde la licenciatura has sido mi amigo, confidente, hermano, la persona con la que siempre he contado y estuvo ahí trabajando a mi lado en los momentos malos y buenos.

A mi mejor amiga

Selene Carrillo Muñoz, por sus buenos y muy acertados consejos, por estar a mi lado más que como mi amiga, como una hermana más.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Nayarit (COCYTEN) por el apoyo brindado para realizar los estudios de Maestría En Ciencias en la Universidad Autónoma De Nayarit.

A la Universidad Autónoma De Nayarit, a mi Unidad Académica De Agricultura por permitirme trabajar y desarrollar con éxito el proyecto.

Al mi Tutor y amigo Dr. Gregorio Luna Esquivel, por brindarme el apoyo y confianza en un gran proyecto, por ayudarme a realizar mi estancia de investigación y por todos los momentos compartidos dentro y fuera del aula, gracias...!!!!

Al Dr. Abel Rebouças Sao José y amigos de Brasil, quienes a través de La Universidad Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), me apoyaron durante toda mi estancia de investigación en su país.

A mi Co-Tutor Dr. Rubén Bugarín Montoya, por las facilidades que me brindó a través de la Secretaría de Investigación y Posgrado, durante toda la fase de campo, además del apoyo moral en todo momento.

A la Dra. Guillermina Arrieta y Dra. Leo Ramírez por su ayuda en la fase de campo y por los momentos compartidos como amigas.

Al Dr. Roberto Gómez Aguilar, Dr. Gelacio Alejo Santiago y MC Goretti Valdivia, por valiosa colaboración y apoyo.

A mis amigos del CBAP: Luis Ruiz, Gpe Delgado, Yessica Silva, Ing. Mora, por compartir grandes momentos durante nuestro trayecto.

A Luis Gordián, por ser parte de mi vida, y caminar a mi lado ayudándome.

ÍNDICE

RESUMEN.....	iv
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Importancia del mango.....	4
2.2 El mango en el mercado.....	5
2.3 Descripción del cultivar Ataulfo.....	5
2.4 Requerimientos edafoclimáticos del mango.....	6
2.4.1 Requerimientos de clima.....	7
2.4.2 Requerimientos edafológicos.....	7
2.4.3 Demanda nutrimental.....	8
2.4.4 Suministro nutrimental.....	8
2.4.5 Eficiencia de recuperación de fertilizante.....	8
2.5 Estacionalidad del mango.....	9

2.6	Fenología del mango.....	9
2.6.1	Etapa vegetativa.....	10
2.6.2	Etapa reproductiva.....	11
2.7	Biología de la floración.....	11
2.8	Inducción y diferenciación floral en mango.....	12
2.9	Producción forzada.....	14
2.10	Manejo de podas en mango.....	15
2.11	Uso de nitratos.....	17
2.12	Uso de PBZ.....	17
2.12.1	Efecto del Paclobutrazol sobre el vigor del mango.....	18
2.12.2	Efecto del Paclobutrazol sobre el rendimiento y calidad del mango....	19
2.12.3	Efectos adversos del Paclobutrazol.....	20
2.13	Partenocarpia en mango.....	20
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1	Diagnóstico nutricional y dosis de fertilización.....	22
3.2	Tratamientos.....	22
3.3	Variables a evaluar.....	24
3.4	Análisis Estadístico.....	26
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1	Número de flujos vegetativos por brote.....	27
4.2	Vigor de flujos vegetativos.....	27

4.3	Número de brotes vegetativos.....	29
4.4	Número de inflorescencias.....	31
4.5	Periodo de flor a cosecha.....	31
4.6	Número de frutos amarrados.....	32
4.7	Incidencia de mango partenocárpico.....	32
4.8	Eficiencia productiva.....	33
4.9	Calidad del fruto con semilla.....	34
4.10	Calidad de fruto partenocárpico.....	45
V.	CONCLUSIONES.....	50
VI.	LITERATURA CITADA.....	51
VII.	APÉNDICE.....	57

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Tratamientos evaluados para determinar el efecto.....	13
Cuadro 2.	Número de flujos vegetativos por brote en mango cv. Ataulfo podados en tres fechas y tratados con diferentes dosis de paclobutrazol y con o sin fertilización (Huaristemba, Nayarit, 2010).....	28
Cuadro 3.	Vigor de los flujos vegetativos: diámetro, longitud y número de hojas, en árboles de mango cv. Ataulfo podados en tres fechas y tratados con diferentes dosis de paclobutrazol y con o sin fertilización (Huaristemba, Nayarit, 2010).....	29
Cuadro 4.	Número de brotes vegetativos por m ² en árboles de mango cv. Ataulfo podados en tres fechas y tratados con diferentes dosis de paclobutrazol y con o sin fertilización (Huaristemba, Nayarit, 2010).....	30
Cuadro 5.	Incidencia de mango partenocárpico en árboles de mango cv. Ataulfo podados en tres fechas y tratados con diferentes dosis de paclobutrazol y con o sin fertilización (Huaristemba, Nayarit, 2010).....	33
Cuadro 6.	Proporción de pulpa, cáscara y semilla en frutos de mango cv. Ataulfo.....	35
Cuadro 7.	Desarrollo del color (grados Hue y Cromo) evaluado cada tercer día, en frutos de mango cv. Ataulfo, almacenados doce días a temperatura ambiente (22 a 26 ° C y HR de 60 %).....	37
Cuadro 8.	Pérdida fisiológica de peso (expresada en porcentaje), por día evaluado y acumulada, en 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (22 a 26 ° C y HR de 60 %).....	39
Cuadro 9.	Contenido de sólidos solubles totales evaluado cada tercer día, en frutos de mango cv. Ataulfo, almacenados doce días a temperatura ambiente (22 a 26 ° C y HR de 60 %).....	41

Cuadro 10.	Acidez titulable (en porcentaje de ácido málico) evaluada cada tercer día, en frutos de mango cv. Ataulfo, almacenados doce días a temperatura ambiente (22 a 26 ° C y HR de 60 %)	42
Cuadro 11.	Relación entre sólidos solubles totales y acidez titulable, evaluada cada tercer día, en frutos de mango cv. Ataulfo, almacenados doce días a temperatura ambiente (22 a 26 ° C y HR de 60 %)	44
Cuadro 12.	Proporción de pulpa, cáscara y semilla (%), en frutos en mango partenocárpico cv. Ataulfo	46
Cuadro 13.	Hue y croma, evaluado cada tercer día, en frutos partenocárpico de mango cv. Ataulfo, almacenados nueve días a temperatura ambiente (22 a 26 ° C y HR de 60 %)	47
Cuadro 14.	Pérdida fisiológica de peso (en porcentaje) por día de evaluación y acumulada, evaluada cada tercer día, en frutos partenocárpico de mango cv. Ataulfo, almacenados nueve días a temperatura ambiente (22 a 26 ° C y HR de 60 %)	47
Cuadro 15.	Acidez titulable (en porcentaje de ácido málico), evaluada cada tercer día, en frutos partenocárpico de mango cv. Ataulfo, almacenados nueve días a temperatura ambiente (22 a 26 ° C y HR de 60 %)	49
Cuadro 16.	Relación entre Sólidos solubles totales y Acidez titulable evaluada cada tercer día, en frutos partenocárpico de mango cv. Ataulfo, almacenados nueve días a temperatura ambiente (22 a 26 ° C y HR de 60 %)	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Estacionalidad de la cosecha de mango en México.....	17
Figura 2.	Evaluación sensorial de mango cv. Ataulfo, podados en tres fechas y tratados con diferentes dosis de paclobutrazol y con o sin fertilización (Huaristamba, Nayarit, 2010).....	45

I. INTRODUCCIÓN

México es el cuarto país productor de mango en el mundo con 183,892 ha establecidas, superado sólo por India, China e Indonesia. Hasta el año 2005, México se situó como primer país exportador, sin embargo, en la actualidad se encuentra en segundo lugar con el 24 % de las exportaciones, lo que representa 236,004 t de fruta fresca, superados por la India con el 26 % equivalente a 240,858 t, siendo los Estados Unidos de Norteamérica el destino principal de este producto (FAOSTAT, 2009).

En México los estados líderes en la producción de mango son: Nayarit, Sinaloa, Chiapas, Guerrero, Michoacán y Veracruz, que destina la mayoría de su producción a la exportación. En el caso de Nayarit, es el frutal más importante por superficie cultivada con 21,746 ha. Mango 'Ataulfo' ocupa el primer lugar con 38 %, 'Tommy Atkins' 26 %, 'Kent' 10 %, 'Manila' 9 %, 'Haden' 8 %, 'Keitt' 6 % y el resto corresponde a otros cultivares menos importantes (SIACON-SAGARPA, 2010).

El mango presenta diversos problemas, entre los que destaca la estacionalidad de la cosecha. En México el 70 % del total de la producción se concentra en los meses de mayo y junio, lo que ocasiona la caída repentina del precio de fruta fresca y disminuye la rentabilidad del cultivo (Rebolledo *et al.*, 2008). Otro problema es la ausencia de podas, debido al crecimiento excesivo de los árboles adultos, alcanzando hasta de 20 m de altura y diámetro. Esta característica origina baja densidad de plantación por unidad de superficie y en pocos años, la copa de los árboles se junta, provoca sombreado excesivo, deficiente aireación, dificulta el manejo, incrementa los problemas fitosanitarios, y el costo de producción (Vázquez *et al.*, 2005).

Para desfasar la producción se han utilizado Algunas técnicas combinadas o individuales que como: defoliación; aplicación de reguladores del crecimiento, poda,

manejo de riego, fertilización y anillado (Aguilar, 2005; Avilán *et al.*, 2005). Investigaciones realizadas en México, han logrado anticipar la floración regular en 45 a 51 d, usando aspersiones foliares de Nitrato de potasio, Nitrato de amonio o Nitrato de calcio combinado o individual con aplicaciones de Paclobutrazol al suelo (Rebolledo *et al.*, 2008; Osuna *et al.*, 2001).

En Nayarit, el pico de la producción de mango 'Ataulfo' se concentra en los meses de junio y julio (Vázquez y Pérez, 2006), razón por la cual es necesario investigar el desfaseamiento de la producción mediante la manipulación de la floración para adelantar o retrasar. Para el caso de mango 'Ataulfo' aun es insuficiente la información generada al respecto. Y hasta el momento se ha podido obtener cosechas tempranas de mango 'Manila' en el estado de Veracruz, 'Tommy atkins' y 'Ataulfo' en el estado de Nayarit, con la certeza de que las frutas cosechadas antes de la estacionalidad han llegado a duplicar o triplicar su valor (Osuna *et al.*, 2001).

En Nayarit y en nuestro país en general, no existen estudios con mango 'Ataulfo' donde haya sido posible inducir el desfaseamiento por más de 30 d en la producción de frutos, que permita ampliar el periodo de cosecha y ofrecer frutos frescos con mejores precios, para lograr mayor rentabilidad del cultivo. Por todo lo anterior, se propone en la presente investigación, generar conocimiento que permita desfasear y ampliar el periodo de cosecha, mediante la conjunción de la tecnología de poda, aplicación de un regulador del crecimiento, como es el PBZ y la aspersión foliar de KNO₃. Al respecto se plantean los siguientes objetivos e hipótesis.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Inducir el desfaseamiento de la producción de mango 'Ataulfo' mediante prácticas agronómicas en Huaristemba, Nayarit.

1.1.2 Objetivos específicos

1. Estudiar el efecto de la fecha de poda, aspersiones foliares de nitrato de potasio y aplicación de diferentes dosis de paclobutrazol en el desfasamiento de la brotación floral y cosecha de mango 'Ataulfo'.
2. Evaluar la producción y calidad postcosecha del fruto normal y partenocárpico de mango 'Ataulfo' obtenido mediante la combinación de poda, nitrato de potasio y aplicación de diferentes dosis de paclobutrazol.

1.2 Hipótesis

1. La fecha de poda combinada con distintas dosis de paclobutrazol y aplicación foliar de Nitrato de potasio en árboles de mango 'Ataulfo', permitirá el desfasamiento de su floración y producción en comparación con el tratamiento testigo.
2. La aplicación de poda, nitrato de potasio y diferente dosis de paclobutrazol en árboles de mango 'Ataulfo' podrá incrementar la producción y calidad del fruto normal y partenocárpico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia del mango

El mango es uno de los cinco frutos más importantes en el mundo por su consumo y producción (Chávez *et al.*, 2001). La India ocupa el primer lugar de la producción en el mundo con el 46 % y China con el 14 %, mientras que México se encuentra situado en el cuarto lugar con 1'855,359 t de fruta fresca, lo que corresponde al 5.7 % de la producción mundial en 183,892 ha de superficie, de las que dependen más de 30,000 familias (FAOSTAT, 2009).

México ha sido el principal país ofertante de mango en los mercados internacionales, siendo Estados Unidos el principal comprador, ya que recibe el 56 % de las exportaciones mexicanas. Con base a esto, el mango es uno de los productos con más alto potencial económico en el extranjero y representa para México una importante fuente de divisas (Ayala *et al.*, 2009).

Nayarit se encuentra en el sexto lugar a nivel nacional en la producción de mango, ya que cuenta con 21,746 ha de superficie establecida y produce 239,717 t de fruta fresca. Los principales cultivares son: 'Ataulfo', 'Tommy Atkins', 'Haden', 'Kent' y 'Keitt' (SIACON-SAGARPA, 2010). La producción se concentra en la zona costera del estado, principalmente en cinco municipios: San Blas, Compostela, Bahía de Banderas, Acaponeta y Tecuala (Vázquez y Pérez, 2006).

La superficie establecida con sistema de riego en Nayarit es de 4,368.75 ha, de las cuales 1,816 ha corresponden al cv. Ataulfo, 1,558 a cv. Tommy Atkins y el resto corresponden a los cultivares Kent, Haden, Manila, Keitt y Criollos. En tanto la superficie total que se tiene establecida de temporal es de 17,337.35 ha de las cuales 4,152 ha corresponden a cv. Tommy Atkins, 1,917 ha cv. Manila, 1,877 ha cv. Kent, 1,586 ha cv. Haden, 1,172 ha cv. Keitt, 659 ha cv. Ataulfo y solo 161 ha de mango criollo (SIACON-SAGARPA, 2010).

2.2 El mango en el mercado

Los tres grandes destinos de comercialización del mango son; la Unión Europea, Estados Unidos y los mercados Asiáticos (Galán, 1999). En México, el mango representa el tercer producto de exportación, después del café, es de los principales frutales proveedores de divisas.

La participación de México en el mercado internacional va perdiendo dinamismo; para 1995, de 337 mil toneladas de mango que se ofertaban en el mundo, México aportaba el 40 %, en tanto que sus competidores más cercanos (India y Brasil) en conjunto aportaban apenas el 10 % (Ayala *et al.*, 2009). En contraste, para el 2008 la India aportó el 24.18 %, México el 19.89 % y Brasil exportó el 11.78 % (FAOSTAT, 2009).

En otro contexto, México además de ser buen productor, es buen consumidor, al registrar un consumo per cápita de 13.4 kg, en contraste con el consumo per cápita a nivel mundial que es de 3.2 kg (FAOSTAT, 2009). En referencia al precio a nivel nacional y regional, no ha mostrado incremento significativo, en donde el precio promedio rural incrementó aproximadamente 2 pesos durante el periodo del año 2000 al 2009 (SIACON-SAGARPA, 2010).

2.3 Descripción del cultivar Ataulfo

Este cultivar fue encontrado en el patio de una casa en Tapachula, Chiapas en el año de 1959, y fue estudiado por técnicos del Instituto Mexicano del Café, quienes observaron buenas características tanto físicas, organolépticas, de productividad y maduración lenta, las cuales conjugadas con la productividad en los meses de mayores precios internacionales para este fruto (febrero a mayo) hicieron de este cultivar una opción viable para realizar plantaciones comerciales (Gehrke, 2008).

Su importancia ha crecido en los últimos años al comenzar su difusión en los mercados internacionales, es el único cultivar originario de México con calidad de exportación (Vázquez y Pérez, 2006) debido a sus buenas características sensoriales, vida de anaquel y preferencia en el gusto de los latinos que radican en Estados Unidos y por los asiáticos (Osuna *et al.*, 2002).

Este cultivar es poliembriónico, los árboles son semi vigorosos, copa abierta y escasa ramificación cuando es joven, por lo que es indispensable podarlo para formar una copa compacta. Las hojas son lanceoladas, dispuesta en forma alterna, longitud de 10 a 32 cm y 2 a 5.4 cm de ancho (Vázquez y Pérez, 2006), cuando son jóvenes tienen un color rojizo o verde claro y cuando maduran, se tornan de color verde más oscuro. Las panículas florales son de color amarillento con rojizo y tienen longitud de 47.5 cm y 31 cm de ancho (Salazar *et al.*, 2000), las flores color verde amarillento o rojizo, se presentan en panículas terminales (inflorescencias); cada panícula puede tener entre 400 y 5000 flores, de las cuales hasta el 98 % corresponden a flores de sexo masculino y por lo tanto no fructifican. El fruto es una drupa de excelente calidad, color amarillo, resistente al manejo, peso promedio de 200 a 370 g (Vázquez y Pérez, 2006).

En las diferentes regiones de producción de mango en Nayarit, este cultivar se cosecha desde la segunda quincena de Mayo hasta Junio, sin embargo por cambios climáticos y en altitudes de 400-600 m, la cosecha se puede retrasar hasta el mes de julio (Vázquez y Pérez, 2006; Chávez *et al.*, 2001). La cosecha se realiza en madurez fisiológica pero sólo se recomienda consumir en madurez de consumo que es cuando tiene las mejores características organolépticas (Galán, 1999).

2.4 Requerimientos edafoclimáticos del mango.

Los árboles de mango, pueden desarrollarse en cualquier tipo de suelo que se encuentren en altitudes de hasta 500 m (Vázquez y Pérez, 2006). La influencia del clima es esencial, ya que la temperatura junto con el suelo, la disponibilidad y

calidad de agua de riego intervienen de manera significativa para lograr un buen desarrollo del cultivo (Chávez *et al.*, 2001).

2.4.1 Requerimientos de clima

La temperatura adecuada para el crecimiento de este cultivar es 28 °C (Gehrke, 2008, Quijada, *et al.*, 2009), mientras que Vázquez y Pérez (2006) y Galán (1999), aseguran que intervalos de temperatura de 24 a 27 °C, son óptimas para el buen desarrollo del cultivo, temperaturas de 15 °C provocan problemas de germinación del polen y por debajo de ésta temperatura se inhibe el crecimiento vegetativo. Por el contrario, para inducir la floración, la temperatura ideal es de 10 a 15 °C, temperaturas por debajo de 9 °C inhiben fotosíntesis, dañan los brotes y causan problemas en los procesos metabólicos (Galán, 1999).

La humedad relativa en que se desarrolla el cultivo del mango, puede variar, pero existen evidencias que por encima del 65 %, el árbol tiene excelente respuesta (Quijada *et al.*, 2009). Zonas con precipitaciones anuales de 750 a 2500 mm distribuidas de junio a septiembre, son las más adecuadas (Vázquez *et al.*, 2000). En el mismo sentido Gehrke (2008), comenta que precipitaciones pluviales entre 1090 a 3000 mm anuales de abril a octubre también son efectivas.

2.4.2 Requerimientos edafológicos

El mango generalmente se desarrolla en suelos fértiles, profundos y con buen drenaje (Vázquez *et al.*, 2006). Se recomiendan texturas limo-arenosa o arcillo-arenosa, con profundidad mínima de 1.2 a 1.5 m de suelo bien drenado (Chávez *et al.*, 2001; Galán, 1999). El pH puede variar desde 5.5 a 8.7 (Galán, 1999), sin embargo, se señala como el óptimo de 5.5 a 7.5 (Vázquez y Pérez, 2006; Chávez *et al.*, 2001). Se ha indicado que valores de conductividad eléctrica superiores a 1.4 dS/m producen daño en algunos patrones (Galán, 1999).

2.4.3 Demanda nutrimental

Cualquier programa de fertilización debe comenzar con un análisis de suelo, agua y clima, realizado antes de la plantación, que indique las características físico-químicas del terreno donde crecerán las plantas, lo que permite llevar a cabo tanto la fertilización de fondo como las medidas correctivas (Vázquez y Pérez, 2006, Galán, 1999).

En la formulación del plan de fertilización, en el mango se toman en consideración diferentes factores, dentro de los más destacados son, la concentración del nutriente en el fruto, contenido nutrimental en tejido vegetal, promedios de extracción de nitrógeno, fósforo y potasio por tonelada de fruta fresca, así como los resultados de análisis de suelo (Avilán, 1999, Galán, 1999, Avilán y Rengifo, 1992.)

2.4.4 Suministro nutrimental edáfico

Este se puede estimar a través del análisis del suelo, el cual es un método químico que indica la cantidad presente de cada elemento en el suelo, caracteriza el suelo en cuanto a su textura, pH, contenido de sales, iones tóxicos como: cloro, sodio, carbonatos, bicarbonatos, aluminio entre otros (Vázquez *et al.*, 2006). Una vez que se conoce la cantidad de nutriente que la planta demandará durante su ciclo fenológico y la cantidad de este nutrimento que aportara el suelo, se realiza los cálculos para la dosis específica, pero se debe tomar en consideración la eficiencia de recuperación por el cultivo que tendrá cada nutriente aplicado como fertilizante.

2.4.5 Eficiencia de Recuperación de fertilizante.

Debido a que los frutos representan un tercio de las necesidades totales de nutrientes y que los rendimientos varían de acuerdo al ciclo de vida productivo, se establecen niveles de extracción para cada edad de la planta. Los niveles se ajustan según los coeficientes de eficiencia de los nutrientes aplicados como fertilizantes: 70

% para el nitrógeno, 20 a 40 % para el fósforo en suelos pesados y arenosos, respectivamente y 50 % para el potasio (Avilán y Rengifo, 1992).

2.5 Estacionalidad del mango

La estacionalidad de la cosecha es uno de los problemas más importantes que presenta el cultivo del mango, ya que al concentrarse en un periodo relativamente corto (mayo a julio, para el cv Ataulfo, Figura 1), el valor económico del fruto sufre un decremento y determina la baja rentabilidad del cultivo. (Vázquez y Pérez, 2006). En la central de abastos de la Cd. de Guadalajara, el mango fresco se deja de obtener desde el mes de agosto y comienza a comprarse nuevamente a partir del mes de enero (SAGARPA, 2009).

ESTADO	ENE	FEB	MZO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC
Campeche												
Chiapas												
Veracruz												
Oaxaca												
Guerrero												
Michoacán												
Colima												
Jalisco												
Nayarit												
Sinaloa												

Figura 1. Estacionalidad de la cosecha de mango en México. (SIACON-SAGARPA, 2010)

2.6 Fenología del mango

El crecimiento del mango no es continuo, porque la aparición de la floración paraliza el crecimiento vegetativo de los brotes terminales en que esta ocurre (Galán, 1999). La fenología está definida fundamentalmente por las condiciones climatológicas locales y del cultivar (Osuna *et al.*, 2000), además de periodos de sequía o lluvia que varían de un lugar a otro. En climas semiáridos, la sequía y las temperaturas frescas provocan una latencia parcial que es necesaria para la

diferenciación floral. Este mismo efecto lo provoca en los climas ecuatoriales, un exceso de lluvia acompañado por enfriamiento del ambiente (Galán, 1999). Al respecto Chávez *et al* (2001) comentan que por cada 120 m de altura sobre el nivel del mar, hay un retraso en la floración de 4 d; lo mismo ocurre por cada grado de latitud hacia el norte o sur del Ecuador.

De manera general, Galán (1999) presenta un modelo sobre el comportamiento fenológico del mango en el Hemisferio Norte; donde hace referencia a los meses de noviembre, diciembre y enero para la inducción floral; la floración durante enero, febrero y parte del mes de marzo; el desarrollo del fruto en los meses de abril, mayo y junio; y el crecimiento vegetativo comienza desde el mes de junio o julio, dependiendo si el cultivar es temprano o tardío y de las condiciones del ambiente.

Estudios fenológicos realizados en Nayarit para el cultivar 'Tommy Atkins', indican que la floración inicia en febrero, desarrollo de fruto a mediados de marzo y la cosecha en el mes de agosto (Vázquez y Pérez, 2006).

2.6.1 Etapa vegetativa

Generalmente se presentan uno o más flujos vegetativos al año, dependiendo del cultivar, edad del árbol y condiciones ambientales (Davenport, 2007). Pueden presentar de uno a tres nuevos brotes o flujos vegetativos por año, según sea el cultivar (Vázquez y Pérez, 2006).

Los brotes en crecimiento pasan por tres tonalidades diferentes a medida que maduran, las hojas tiernas recién emergidas, presentan un color cobrizo, posteriormente se tornan verde pálido y cuando alcanzan la madurez, adquieren color verde oscuro (González, 2004). Cada periodo vegetativo dura de 30 a 45 d; los 15 ó 20 primeros d son utilizados para el desarrollo del brote en longitud y diámetro,

y los restantes para completar la maduración, cerrando así el periodo activo (Avilán *et al.*, 2000).

El crecimiento de los brotes vegetativos de acuerdo con Galán, (1999), puede resumirse de la siguiente manera: crecimiento periódico (no continuo) del brote, originado por la actividad rítmica del meristemo apical; entrada en fase de latencia; nuevo crecimiento vegetativo y/o iniciación floral. Un brote potencialmente reproductivo está compuesto de uno o más flujos de crecimiento vegetativo y la yema apical que dará lugar a la inflorescencia (Vázquez *et al.*, 2006).

2.6.2 Etapa reproductiva

La floración es un proceso que involucra condiciones internas de la planta y condiciones externas de factores ambientales, tal es el caso de la influencia que tiene la latitud en la fenología floral. En ramas individuales, los flujos reproductivos solo ocurren una vez por año, pero en el árbol pueden ocurrir en diferente tiempo (Davenport y Nuñez-Elisea, 1990). En condiciones tropicales, la floración de mango solo ocurre en brotes vegetativos que tienen suficiente madurez, de cuatro a cinco meses, dependiendo del cultivar que se trate (Davenport, 2007).

2.7 Biología de la floración

Las inflorescencias son principalmente terminales, aunque también pueden aparecer de las yemas axilares; inflorescencias compuestas formadas por un eje principal que lleva varios ejes secundarios, ramificados en ejes terciarios o directamente en tres botones florales. Las flores son pequeñas, de 5 a 10 mm de diámetro, pentámeras; cinco sépalos verdes, cinco pétalos con tono rojo, verde o amarillo (Galán, 1999). El androceo consta de estambres y estaminoides. La antera es rosa y se torna de púrpura en la dehiscencia del polen. El ovario es sésil, unicelular, oblicuo y ligeramente comprimido. Los estambres fértiles son más largos que los estaminoides y de casi igual longitud que el pistilo (Chávez *et al.*, 2001). En

las flores hermafroditas el ovario es súpero, globoso y brillante. El polen es tricolpado 10 o 15 minutos después de la dehiscencia de las anteras, los granos de polen se secan. El desarrollo del polen comienza con la meiosis en las células madres de microsporas situadas dentro de las anteras jóvenes de los botones florales. Este es un estado muy crítico, siendo las microsporas muy sensibles a las temperaturas menores de 10 °C, se señala que el rango de temperatura óptimo para su germinación es de 15 a 33 °C. Los granos de polen germinan 1 ó 2 horas después de su adhesión al estigma y los tubos polínicos crecen a través del estilo hasta alcanzar el óvulo (Galán, 1999). El número de flores por inflorescencias puede variar desde 500 hasta 10,000 (Gehrke, 2008), de las cuales pueden existir hermafroditas o masculinas en la misma panícula, aunque las masculinas son las que predominan (Avitia y Castillo, 2007). A pesar de que la mayoría de las flores estaminadas y hermafroditas se forman en la base de la panícula, la proporción de flores perfectas es mayor en el ápice de la inflorescencia, sin embargo las temperaturas bajas en mangos poliembriónicos de origen tropical, reducen considerablemente la proporción de flores hermafroditas (Gehrke, 2008). Las flores comienzan la apertura en la noche y alcanzan la máxima apertura entre las 9 y las 11 de la mañana. La polinización es entomófila, y la mosca doméstica es el principal polinizador, aunque también poliniza la abeja (Galán, 1999).

2.8 Inducción, iniciación y diferenciación floral en mango

La inducción floral se define como un mecanismo de activación de genes dentro de cada yema, que interactuando con las condiciones ambientales y factores endógenos llevan a las células meristemáticas a sintetizar sustancias que conducen a la formación de estructuras florales, estas condiciones y los factores del medio son captados en las hojas y controlan en parte la producción de un estímulo floral transmitido hacia los meristemos apicales; en consecuencia, los ápices vegetativos presentan cambios que favorecen la diferenciación hacia primordios florales (Castelán y Becerril, 2004). En especies frutales es controlada de manera natural por factores ambientales, ontogénicos y fisiológicos (Davenport, 2007). En el cultivo de

mango, tiene importancia fundamental cuando se desea producir en periodos donde la fruta tiene mejor mercado o fuera de periodos como pueden ser de lluvias o enfermedades.

Dentro de los factores ambientales mencionados, la inducción de la floración se logra con un periodo de sequia de dos meses antes de la floración, acompañado de temperaturas bajas entre 13 y 18 °C, las cuales ocasionan la promoción de sustancias que inducen y aceleran el proceso de floración. En el mismo sentido, con 10 d de temperatura debajo de 20 °C, las yemas presentan indicios de iniciación floral. El tiempo de diferenciación floral en mango se estima entre 30 y 45 d. (Osuna *et al.*, 2000) y Do Carmo y Silva, 2005).

La iniciación floral se refiere a la formación acrópeta de protuberancias meristemáticas en las axilas de los primordios florales, las yemas presentan hinchamiento ligero y ensanchamiento de las escamas (Davenport, 2007). La transformación de un meristemo vegetativo a uno reproductivo está determinada por condiciones tanto internas; regulación genética, hormonal y nutrimental, como externas; longitud del día, temperatura, humedad, manejo del huerto: fertilización, anillado, podas y aplicación de reguladores del crecimiento (Avitia y Castillo, 2007).

Diferenciación floral, son aquellas manifestaciones morfológicas e histológicas que se producen a través de la división celular, alargamiento y ramificación del eje primario de la inflorescencia en las yemas axilares para formar los ejes secundarios y terciarios. Antes de la diferenciación floral, la yema apical de un vástago vegetativo de mango presenta una forma de cúpula. La diferenciación se evidencia cuando el eje principal se alarga ligeramente y ocurre un hinchamiento meristemático en las axilas de los primordios foliares. Los estadios morfológicos de las yemas de acuerdo con Osuna *et al* (2000) son: yemas vegetativas sólo con primordios foliares, yemas vegetativas con protuberancias meristemáticas en las axilas de los primordios foliares basales, yemas en iniciación floral, yemas en inicio

de diferenciación floral y alargamiento del eje principal, formación de partes florales, maduración del gametofito femenino y masculino, pre antesis y antesis.

2.9 Producción forzada

La finalidad principal de la producción forzada de mango es ofrecer y comercializar producto a mejor precio. También es ampliar la oferta durante más tiempo y aumentar el rendimiento por unidad de superficie (Castelán y Becerril, 2004). En este sentido, Aguilar (2005) destaca que la producción forzada se puede lograr mediante el adelanto o retraso de la iniciación del crecimiento y desarrollo del frutal, lo cual requiere conocer la fisiología y morfología de la floración de la planta.

Algunas de las acciones para adelantar la cosecha de mango 'Tommy Atkins' en Venezuela fueron: aplicación de paclobutrazol (PBZ) al suelo en niveles de 0 y 6 ml de Cultar[®] por m² de diámetro de copa y KNO₃ y Ca (NO₃)₂ al 8 % asperjados al follaje en una aplicación y KNO₃ y Ca (NO₃)₂ al 3.5 % en tres aplicaciones a intervalos de una semana. El PBZ restringió el crecimiento vegetativo y adelantó la floración seis semanas. Por el contrario, los nitratos no causaron efecto sobre los brotes generativos y solo el KNO₃ al 8 % estimuló emisión de brotes vegetativos, mixtos y totales. El PBZ produjo mayor número de frutos por inflorescencia pero no incrementó el porcentaje de frutos retenidos nueve semanas después del cuajado (Cárdenas y Rojas, 2003).

En los cultivares Haden, Tommy Atkins, Springfels y Edward, se evaluó el efecto de poda, 2.5 g de ingrediente activo de PBZ por planta y KNO₃ al 6 %, sobre el desarrollo vegetativo y la producción. Los resultados de esta investigación fueron que, a mayor intensidad de poda, mayor incremento en el volumen de copa y menor producción de frutos, así mismo la poda moderada mejoró la eficiencia productiva (Avilán *et al.*, 2005, Avilán *et al.*, 2008).

Rebolledo *et al.*, (2008) adelantaron hasta por 51 d la floración del cultivar Maniá, en condiciones de lluvia, mediante dos aplicaciones de KNO_3 al 2 % y PBZ a dosis de 0.5 a 2.0 g de i.a por metro del diámetro de copa, sin tener efecto negativo en la calidad del fruto. Para el caso del cultivar Ataulfo en Nayarit, se logró anticipar la cosecha en 30 d, con manejo integral de KNO_3 al 4 %, PBZ de 0.5 a 1.0 mL de i.a por metro de copa, poda ligera y riego (Vázquez *et al.*, 2009). García *et al* (2000) adelantaron 17 d la floración y 22 d la cosecha, con tres aplicaciones de nitrato de amonio al 2 %, en intervalos de dos semanas.

2.10 Manejo de podas en mango

En el cultivo de mango, la poda constituye una buena alternativa para lograr floraciones tempranas, con producciones de mejor calidad (Gil *et al.*, 1998). Además, define una mejor formación del árbol, al eliminar ramas secas y afectadas por enfermedades, lo cual constituye la obtención de alta producción de flores y de frutos (Davenport, 2006). La penetración de la luz y la fotosíntesis incrementan en función del grado de severidad de la poda (Sharma y Singh, 2006a). El vigor, la fertilidad y el equilibrio de las plantas son los factores que primero se deben observar para predecir la poda, demás es necesario considerar que el vigor de las partes de una planta está en función de la posición e inclinación de los órganos considerados, de esta manera, las ramas superiores son menos robustas que las inferiores. En la misma rama, los brotes verticales son más vigorosos que los oblicuos y estos más que los horizontales; por lo tanto, los brotes verticales serán principalmente las ramas mas leñosas, los inclinados tendrán tendencia a originar yemas florales; los brotes mas fuertes originarán ramas leñosas y los de vigor mediano fructificarán, en cuanto que en los más débiles, la savia tenderá a cesar. Cuanto más severa sea la poda, más vigorosa será la brotación; un aumento en diámetro del tronco esta en relación inversa a la intensidad de poda; una poda ligera aumenta el vigor y al dejar pocos brotes se facilita mejor la nutrición en éstos, por lo tanto, esta se recomienda en árboles débiles y poda severa en árboles vigorosos (Vázquez *et al.*, 2006).

Gil *et al.*, (1998), realizaron en Venezuela podas a diferentes intensidades sobre mango 'Haden' de cinco años de edad, plantados en alta densidad y concluyeron que podas de 30 cm de longitud mostraron mayor floración y fructificación, así como una mejor calidad del fruto.

En el sur de África, los cultivares Keitt y Tommy Atkins fueron evaluados con poda de panícula (en plena floración) y se indujo sincronización de la re-floración, rápido amarre de fruto, además de rápido y mayor amarre de frutos por panícula, mientras que la poda de panícula cuando el fruto se encuentra amarrado, causó desarrollo adecuado de inflorescencias productivas y una acelerada maduración en el cultivar 'Tommy Atkins'. La poda después de cosecha incrementó el crecimiento vegetativo en ambos cultivares. Sin embargo los tres tipos de poda mostraron incremento en sólidos solubles totales (Yeshitela *et al.*, 2005).

En Nayarit, para el caso del cv. Tommy Atkins, en brotes podados manualmente a partir del 30 de septiembre, obtuvieron resultados del 85 % de brotes diferenciados para el 31 de diciembre en presencia de bajas temperaturas ≤ 20 °C (Pérez *et al.*, 2006). Vázquez *et al* (2009) encontraron que realizando podas severas pueden provocar la disminución del rendimiento en un primer ciclo, pero aumentarlo para el segundo, pasando de 22.95 a 172 kg/árbol, sin que el peso promedio por fruto se vea afectado.

En el trópico, se ha podido determinar que los brotes están maduros y listos para florecer a partir de los 5.43 meses de edad. De acuerdo con esto, brotes nuevos pueden ser productivos en el mismo año o ciclo de producción contrario a lo que comúnmente se acepta que se requiere de diez a doce meses para florecer (Avilán *et al.*, 2003).

2.11 Usos de Nitratos

El estudio de nitrato de potasio, nitrato de amonio y nitrato de calcio como promotores de la floración ha sido investigado principalmente en el trópico, dado que en estas zonas se producen fallas en la inducción floral, y se obtienen bajos rendimientos del cultivo, mientras que en áreas subtropicales, los bajos rendimientos se atribuyen a escaso amarre del fruto. En Venezuela, lograron adelantar la floración en el cv. Haden 28 d, en árboles de cinco años de edad, con dosis de 2.4, 3.6 y 4.8 % de KNO_3 (Ferrari y Sergent, 1996).

El uso de los nitratos como promotor floral se ha evaluado en distintas concentraciones con excelentes resultados, las concentraciones de nitrato varían según la fuente de potasio, en el caso del KNO_3 van de 2, 3, 4, 6 %. Para el caso de nitrato de amonio (NO_3NH_4) 1 a 2 %, Tiourea de 0.5 a 1 % y Multi NPK (12-2-44) de 1 a 2.5 % (Quijada *et al.*, 2009, Avilán *et al.*, 2008, Pavone *et al.*, 2008, Rebolledo *et al.*, 2008, Avilán *et al.*, 2005, Avilán *et al.*, 2003, Cárdenas y Rojas, 2003, Avilán *et al.*, 2001, Mendoça *et al.*, 2001, Galán, 1999 y Ferrari y Sergent, 1996).

2.12 Uso de PBZ

El PBZ es un regulador de crecimiento sistémico, del grupo de los triazoles (Ruiz *et al.*, 2003). Su absorción puede ser por hojas o raíz, tiene movimiento acropétalo (Mansuroglu *et al.*, 2009, Do Carmo y Silva, 2005).

El efecto del PBZ en la reducción del crecimiento depende principalmente del hábito de crecimiento, altura, tipo de aplicación, morfología y fisiología de la especie (Ruiz *et al.*, 2003). Ha sido utilizado como promotor de la brotación floral con excelentes resultados en cultivares comerciales de mango; su modo de acción es inhibir la síntesis de giberelinas, por lo que reduce la brotación vegetativa, puede inducir, incrementar y uniformar la floración regular de producción de flores perfectas, además promueve la floración temprana, reduce la alternancia productiva,

incrementa el número de frutos amarrados, induce la madurez temprana de frutos e incrementa los rendimientos (Mansuroglu *et al.*, 2009, Avilán *et al.*, 2008, Jamalian *et al.*, 2008, Silva *et al.*, 2007, Avilán *et al.*, 2005, Do Carmo y Silva, 2005, Fonseca *et al.*, 2005, Nguyen y Nguyen, 2005, Yeshitela *et al.*, 2004, Cárdenas y Rojas, 2003, Avilán *et al.*, 2001).

Aunque en la reducción del crecimiento de paclobutrazol es común, el porcentaje de reducción del crecimiento, la floración, el área foliar y contenido de clorofila y forma de flor, la respuesta de las plantas puede variar dependiendo de la dosis o concentración, el método, lugar de aplicación, especie, cultivar y temporada (Mansuroglu *et al.*, 2009).

El PBZ es el regulador de crecimiento más utilizado para incrementar producción de frutos, el cual puede representar más del 100 % de producto en dos cosechas acumuladas (Pérez *et al.*, 2009, Vázquez *et al.*, 2009b).

Las diferentes dosis que se han evaluado van de 1 y 2 g de ingrediente activo por m² de diámetro de copa (Avilán *et al.*, 2008, Silva *et al.*, 2007, Avilán *et al.*, 2005, Do Carmo y Silva, 2005, Fonseca *et al.*, 2005, Nguyen y Nguyen, 2005, Yeshitela *et al.*, 2004, Cárdenas y Rojas, 2003, Avilán *et al.*, 2001).

2.12.1 Efecto del paclobutrazol sobre el vigor del mango

El crecimiento del mango ocurre en flujos, a medida que se incrementa el desarrollo vegetativo, disminuye la concentración de las reservas de almidón en la planta, las cuales están asociadas con la floración y producción, por lo tanto, al disminuir el crecimiento vegetativo, se tiene mayor disponibilidad de reservas para la floración; es por esto que al podar el árbol, las reservas se canalizan para crear nuevo material vegetal y por consecuencia la floración es inhibida mientras el árbol recupera su follaje (Avilán *et al.*, 2003).

Sin embargo, Ferrari y Sergent (1996) mostraron que aunque la floración fue inhibida en función a la intensidad de la poda, la aplicación de paclobutrazol y nitrato de potasio compensaron este efecto al disminuir el lapso requerido para que los brotes puedan ser inducidos a floración. Nguyen y Nguyen (2005) aplicaron PBZ en el cv. Cat Hoa Loc, cuando los flujos tenían edad de 2 a 3 meses, y el porcentaje de floración fue de 69.2 y 52.2 %, mientras que en el testigo solo fue de 3.4 %.

La aplicación de PBZ combinada con poda, permitió el control del tamaño de la planta y estimuló la emergencia de brotes primarios y secundarios en el cv. Edward (Pavone *et al.*, 2008), mientras que Avilán *et al* (2003) anticiparon sin poda, pero con la aplicación de PBZ en este mismo cultivar la floración de 2 a 3 semanas y aumentó el número de frutos por planta. En el mismo sentido, en Venezuela, Cárdenas y Rojas (2003) lograron anticipar la floración 6 semanas, con el uso del PBZ, además restringieron el desarrollo vegetativo y se estimuló el desarrollo floral, así mismo encontraron un incremento en el número de frutos por inflorescencia con relación a la floración natural.

Pavone *et al.*, (2008) al aplicar PBZ, en conjunción con despunte y poda, encontraron que el PBZ incrementó de manera significativa el número de inflorescencias por rama en las plantas no podadas, pero no afectó su longitud.

2.12.2 Efecto del paclobutrazol sobre el rendimiento y calidad del mango

Rebolledo *et al.*, (2008) indicaron que el uso del PBZ no afecta el peso de fruto y la abscisión de este, siempre y cuando los árboles se encuentren bajo condiciones de riego. Acerca de los sólidos solubles totales (SST) señalaron que existe una relación entre dosis de PBZ y KNO_3 cuando se aplican juntos, hay incremento de SST en frutos, más no ocurre lo mismo cuando se aplican de manera individual. El contenido de ácido cítrico en el fruto, tiene el mismo comportamiento con dosis individuales de PBZ y KNO_3 , se incrementó y al ser aplicados combinados,

provocaron un decremento de la acidez, las dosis altas de PBZ disminuyeron la firmeza en frutos del cv. Manila.

Vázquez *et al* (2009) en trabajos realizados sobre mango 'Ataulfo' en árboles de 5 años de edad, plantados a 5x5 m, sometidos a manejo integral con PBZ, KNO₃, fertilización, poda y condiciones de riego, reportaron que se superó la producción 78 % sin afectarse el peso promedio del fruto.

2.12.3 Efectos adversos del paclobutrazol

Las aplicaciones excesivas de PBZ puede causar efectos indeseables como la reducción drástica del crecimiento, malformación de inflorescencias y deformaciones en los brotes (Cárdenas y Rojas, 2003) así mismo, puede tener efecto residual hasta por tres años (Osuna *et al.*, 2001). En dosis más elevadas a las utilizadas comúnmente, causa pérdida del peso en fruto y genera desordenes fisiológicos en el árbol (Silva *et al.*, 2007, Do Carmo y Silva, 2005, Fonseca *et al.*, 2005, Rossetto *et al.*, 2004, Chávez *et al.*, 2001).

2.13 Partenocarpia en mango

La partenocarpia es el desarrollo del fruto en ausencia de fecundación, los frutos partenocárpicos son de tamaño pequeño debido a que carecen del embrión que produce el estímulo hormonal para el crecimiento y desarrollo (Pérez *et al.*, 2009), por lo que se le llama mango 'niño' (Gehrke, 2008).

Los frutos subdesarrollados, muestra una hendidura y un pico pronunciado. En las primeras etapas de formación, se observa la permanencia del estilo floral o vestigios de éste; el fruto contiene exospermo y en ocasiones se pueden observar vestigios de un embrión atrofiado. El mesocarpio inicia el crecimiento con ensanchamiento del ovario, pero se detiene a temprana edad aunque el fruto continúa el desarrollo fisiológico, hasta llegar a madurez organoléptica, sin obtener el

tamaño normal. Los frutos normales contienen alta concentración de giberelinas y citocininas pero baja concentración de auxinas y ácido abscísico, comparados con frutos partenocárpicos (Shaban e Ibrahim, 2009).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en huerto de mango 'Ataulfo' con 25 años de edad, manejado con riego rodado, textura franco arcillosa con pH de 7.4 y CE 0.1 dS m⁻¹, ubicado en altitud de 14 m en la comunidad de Huaristemba, municipio de San Blas, Nayarit (21° 40' 51.45" LN y 105° 11' 25.32" LO), donde la precipitación anual oscila alrededor de 1,300 mm y se concentra principalmente de junio a septiembre. El estudio se dividió en dos fases; En la primera se estudió el efecto de la fecha de poda, dosis de Paclobutrazol "PBZ" (Cultar[®]) y tres aspersiones foliares de KNO₃ al 3.5 %. La segunda fase consistió en la evaluación de parámetros de calidad en mango, en las instalaciones de la planta piloto de Agroindustrias, de la Unidad Académica de Agricultura (21° 25' 31.6" LN y 104° 53' 30.5" LO), a 974 msnm, la temperatura promedio de los días de evaluación fue de 24.7° y HR del 52.6 %.

3.1 Diagnóstico nutrimental y dosis de fertilización

Se realizó el muestreo de suelo y foliar previo al establecimiento del experimento para determinar las condiciones nutrimentales del sitio y de los árboles. El procesamiento analítico de las muestras se realizó mediante los métodos descritos por Alcántar y Sandoval (1999). En base a los resultados se calculó la dosis de fertilización para nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, la dosis calculada fue de 2.58 kg de nitrógeno y 2.00 kg de fósforo, ya que para potasio, calcio y magnesio las reservas fueron suficientes para el ciclo productivo. Como fuente de fósforo se utilizó el fertilizante fosfato diamónico (18-46-0) y como fuente de nitrógeno se utilizó urea (46-0-0). Se fraccionó la fertilización en tres momentos de aplicación, además se utilizó Fertiquel Combi[®] para prevenir deficiencias de micronutrientes.

3.2 Tratamientos

Los tratamientos utilizados fueron: 1) tratamiento con fertilización y sin poda, KNO₃ y PBZ; 2) tratamiento con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 mL de i.a

de PBZ; 3) tratamiento con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 11.25 mL de i.a de PBZ; 4) tratamiento con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 7.5 mL de i.a de PBZ; 5) Sin fertilización, poda, KNO_3 y PBZ (Cuadro 1.) Cada tratamiento se compuso de 6 repeticiones, donde cada una consistió de un árbol.

Los cinco tratamientos se establecieron cada uno en tres fechas diferentes; Fecha 1: 20 de abril, fecha 2: 20 de mayo y la fecha 3: 20 de junio del año 2010. Al momento de efectuar la poda, se eliminaron también los frutos del ciclo en curso.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados para determinar el efecto.

Trat.	PBZ mL de i.a	Aplicación foliar de KNO_3 (%)	Fertilización	Fecha de poda			Repeticiones
				20/04/10	20/05/10	20/06/10	
1	0	0	SI	NO	NO	NO	6
2	7.5	3.5	SI	SI	SI	SI	6
3	11.25	3.5	SI	SI	SI	SI	6
4	15.0	3.5	SI	SI	SI	SI	6
5	0	0	NO	NO	NO	NO	6

La poda consistió en la eliminación de ramas entrecruzadas y disminución del dosel a una altura aproximada de 4.5 m, la finalidad fue disminuir el porte y generar brotes nuevos para la programación de la producción del ciclo siguiente. El PBZ se aplicó al suelo 41 d posteriores de la poda, a profundidad de 15 cm en cuatro puntos cardinales, ubicados a 1.5 m de la base del árbol, el regulador de crecimiento se diluyó en 2 L de agua y se distribuyó medio litro por punto cardinal. El KNO_3 se aplicó de manera foliar, a partir del quinto mes posterior a la poda, y se realizó en tres ocasiones de manera semanal. En los trabajos de campo, la HR y temperatura ambiental se registraron en intervalos de media hora con el uso de un equipo HOB0® Pro v2 desde el inicio de la poda hasta el momento de la cosecha.

3.3 Variables

Número de flujos vegetativos por brote

La emisión de flujos vegetativos se contabilizó en cuatro brotes etiquetados por árbol, ubicados cada uno en los cuatro puntos cardinales y se realizó a partir de la poda, hasta el momento de la brotación floral.

Número de brotes vegetativos por m²

Se contabilizó el número de brotes vegetativos en el sitio de brotes etiquetados de cada punto cardinal, la cual se realizó con un marco de 1 m².

Vigor de flujos vegetativos

El vigor se midió con la longitud, diámetro y número de hojas. El primer parámetro se midió con una cinta de fibra de vidrio marca Truper®; el segundo con vernier digital Truper®, y se contó el número de hojas en cada flujo vegetativo del brote etiquetado.

Número de inflorescencias por m²

La evaluación de las inflorescencias se realizó mediante la elaboración de un marco de 1 m² el cual se colocó en el exterior del estrato medio de la copa del árbol en cada uno de los puntos cardinales; se contabilizó el número de inflorescencias en este espacio, del cual obtuvimos un promedio para su posterior análisis estadístico.

Periodo de flor a cosecha (en días).

Se contabilizaron los días que ocurrieron desde la antesis a la madurez fisiológica del fruto listo para ser cosechado, utilizando la escala propuesta por Yeshitela *et al.* (2003).

Número de frutos amarrados por m²

Se realizó con la utilización de un marco de 1 m² el cual se colocó en el exterior del estrato medio de la copa del árbol en cada uno de los puntos cardinales,

89 días después de la fecha de antesis y se contabilizó el número de frutos en este espacio, del cual se obtuvo el valor medio para su posterior análisis estadístico

Eficiencia productiva (kg/m²)

Se registró el rendimiento en kg por árbol, la eficiencia productiva se calculó por el método siguiente: el cociente del rendimiento por árbol (kg) entre el área de suelo cubierta por el árbol (Medina-Urrutia *et al.*, 2007).

Incidencia de mango partenocárpico (%)

Del total de frutos producidos por árbol, se contabilizaron los frutos de mango "niño" para obtener el porcentaje que estos representan de la producción total del árbol.

Calidad del fruto

Para determinar si existen diferencias en la calidad de fruta de cada tratamiento se tomaron 60 frutos en madurez fisiológica, los cuales fueron lavados y almacenados a temperatura ambiente para posteriores evaluaciones; 12 frutos para color y pérdida fisiológica de peso, 43 para análisis destructivos, sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT), relación SST/AT, proporción pulpa, cáscara, semilla y catación. Para el análisis de calidad de fruto partenocárpico solo se evaluó la fecha de poda de abril, y los mismos parámetros evaluados fueron los ya descritos.

Proporción cáscara, pulpa y semilla.- Se consideró el peso total del fruto en el día 9 después de cosecha, en relación a este valor se determinó el porcentaje ocupado por la pulpa, la cáscara y la semilla.

Color.- Los cambios de color en la epidermis de los frutos se midió con un colorímetro MINOLTA® CR-300 y, con base en los parámetros L (luminosidad), a y b (coordenadas de cromaticidad); a: registra tonalidades desde el verde (-a) al rojo (+a), y b: registra tonalidades desde el amarillo (+b) al azul (-b). El ángulo del tono

(Hue) se calculó a partir de la fórmula $\text{Hue} = \text{tangente } -b/a$ y el índice de saturación (Cromaticidad) con la fórmula $\text{Croma} = \sqrt{a^2 + b^2}$ (Romero *et al.*, 2006).

Pérdida fisiológica de peso.- Se evaluó con una balanza digital TORREY® EQ-5/10, utilizando el peso inicial y final individual de fruto durante la maduración, la pérdida de peso se midió en porcentaje.

$$\text{Pérdida de peso (\%)} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} (100)$$

Sólidos solubles totales.- Se evaluó con refractómetro digital ATAGO® PR-101a con rango de 0 a 45 ° Brix, utilizando 3 gotas del jugo de pulpa, los resultados se expresaran en ° Brix.

Acidez titulable.- Se determinó por el método volumétrico de la AOAC (1990), en 10 g de pulpa licuada en 50 mL de agua destilada, se tomó una alícuota de 5 mL de mezcla y se tituló con NaOH (0.01N), el resultado es expresado en porcentaje de ácido málico.

Relación SST/AT.- Es el cociente de los sólidos solubles totales entre la acidez titulable, el cual hace referencia al balance entre dulce/ácido del fruto.

Sabor a través de catación.- Se realizaron pruebas de evaluación sensorial, las cuales se llevaron a cabo en cabinas individuales, cada juez recibió su muestra a base de trozos de pulpa de los diferentes tratamientos.

3.4 Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar. Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Tukey $P \leq 0.05$), revisado por medio del programa SAS®.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Número de flujos vegetativos por brote

Los tratamientos sin poda, independientemente de si hayan sido nutridos o no, presentaron únicamente un flujo vegetativo (Cuadro 2.). Cuando la poda se realizó en abril, el número de flujos vegetativos al incrementarse la concentración de PBZ. Éste efecto no se observó cuando la poda se realizó en mayo, en la que el número de flujos vegetativos fue igual en todos los tratamientos, sin importar la concentración. Cuando la poda se realizó en junio, el número de flujos en los árboles podados fue estadísticamente igual a los árboles no podados, solo el tratamiento con la mayor dosis de PBZ (15 mL) fue estadísticamente superior. Resultados semejantes obtuvo Shaban (2009) en el cultivar Zebda, quien concluyó que los tratamientos que involucraron poda severa, incrementaron significativamente el número de nuevos flujos por brote, pero se reduce la longitud y diámetro de estos a consecuencia de las distintas dosis de PBZ. En este sentido, Vázquez y Pérez (2006) y Yeshitela *et al.* (2004) consideran un brote potencialmente reproductivo en el cultivar Ataulfo, cuando este se compone de uno o más flujos vegetativos y la yema apical. Davenport (2007) encontró resultados similares al reportar que los flujos vegetativos pueden ocurrir uno o más por año en brotes individuales, los cuales dependen del cultivar, edad del árbol y condiciones climatológicas.

4.2 Vigor de flujos vegetativos

En la poda realizada en abril, el diámetro y longitud del primer flujo, no mostró diferencia estadística en ningún tratamiento, pero el número de hojas fue mayor en los tratamientos sin PBZ al emitir de 6 a 8 hojas más que el resto (Cuadro 3). Este comportamiento fue similar en las fechas de poda de mayo y junio, se observa que el diámetro, longitud y número de hojas emitidas por flujo, siempre fue menor en tratamientos que se aplicó el PBZ. Los resultados encontrados en mango 'Ataulfo' muestran que en el sitio del experimento, los árboles de mango sin poda y sin PBZ, solo son capaces de emitir un solo flujo y los tratamientos de poda y PBZ

pueden llegar a generar hasta 3 flujos, independientemente de la fecha en que se aplique la poda y PBZ, pero el vigor emitido para el segundo ó tercer flujo dependerá del vigor obtenido desde el primero, este comportamiento se puede corroborar con el diámetro y longitud en los tres flujos. Yeshitela *et al.* (2004) reportaron resultados similares en cuanto al número de hojas, a medida que la concentración de PBZ se incrementa, el número de hojas se reduce. Al respecto, Shaban (2009) señala que este comportamiento se debe específicamente al efecto que tiene el paclobutrazol como inhibidor de síntesis de giberelinas y no el efecto de la poda, lo que concuerda con Yeshitela *et al.* (2005) que al evaluar tratamientos solo con poda, se obtuvo similar número de hojas por flujo. Así mismo en tratamientos que involucran poda la longitud y el diámetro de los flujos vegetativos disminuye (Shaban, 2009). En general el comportamiento de diámetro y longitud del primer flujo para poda de mayo y junio, flujo dos y flujo tres de las tres fechas de poda restantes, no mostraron diferencia significativa en tratamientos con poda, KNO_3 , indistintamente de la dosis de PBZ, similares resultados fueron reportados por Vázquez *et al.* (2009) y Yeshitela *et al.* (2004), quienes utilizaron dosis de PBZ y no encontraron diferencias significativas en el crecimiento vegetativo causadas por la dosis.

Cuadro 2. Número de flujos vegetativos por brote en mango cv. Ataulfo podados en tres fechas y tratados con diferentes dosis de paclobutrazol y con o sin fertilización (Huaristamba, Nayarit, 2010).

TRAT	Número de flujos vegetativos		
	Poda de abril	Poda de mayo	Poda de junio
1	1.0 c	1.0 b	1.0 b
2	2.3 a	1.6 a	1.6 a b
3	1.8 a b	1.8 a	1.0 b
4	1.5 c	1.8 a	1.8 a
5	1.0 c	1.0 b	1.0 b
C.V.	24.90	23.60	30.40
P > F	0.0001	0.0001	0.0024
DMS	0.64	0.58	0.75

Medias con la misma letra en misma columna no tienen diferencia significativa estadísticamente [Tukey Ps0.05]. C.V. = Coeficiente de Variación, DMS = Diferencia Mínima Significativa. Tratamiento 1) Con fertilización y sin poda, KNO_3 y PBZ; 2) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 7.5 mL de l.a de PBZ; 3) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 11.25 mL de l.a de PBZ; 4) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 7.5 mL de l.a de PBZ; 5) Sin poda, fertilización, KNO_3 ni PBZ.

Cuadro 3. Vigor de los flujos vegetativos: diámetro, longitud y número de hojas, en árboles de mango cv. Ataulfo podados en tres fechas y tratados con diferentes dosis de paclobutrazol y con o sin fertilización (Huaristamba, Nayarit.).

Trat	Vigor de flujos vegetativos								
	Fecha de poda								
	Abril			Mayo			Junio		
Primer flujo	Diam. (mm)	Long (cm)	Número De hojas	Diam. (mm)	Long (cm)	Número De hojas	Diam. (mm)	Long (cm)	Número De hojas
1	10.70 a	26.86 a	18.20 a	10.70 a	26.86 a	18.20 a	10.70 a	26.86 a	18.20 a
2	11.71 a	27.76 a	10.93 b	9.63 a b	20.45 a b c	10.95 b	7.61 b	17.43 b	7.95 b
3	10.60 a	24.70 a	10.28 b	8.93 a b	18.00 c	10.10 b	8.43 b	21.18 a b	8.58 b
4	9.98 a	24.63 a	10.61 b	8.55 b	20.15 b c	9.53 b	8.23 b	23.55 a b	8.98 b
5	10.31 a	24.83 a	16.66 a	10.31 a b	24.83 a b	16.66 a	10.31 a	24.83 a	16.66 a
CV	10.28	13.45	18.47	10.87	17.45	21.28	10.28	19.02	21.42
P > F	0.1086	0.3958	0.0001	0.0073	0.0028	0.0001	0.0001	0.0079	0.0001
DMS	1.85	5.87	4.17	1.77	6.53	4.72	1.57	7.34	4.38
Segundo flujo									
1	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b
2	11.41 a	29.68 a	17.23 a	8.08 a	19.48 a	13.63 a	6.53 a	12.08 a b	11.41 a
3	7.23 a	15.17 a b	11.83 a	5.98 a	12.50 a	10.05 a	5.81 a	8.75 a b	9.55 a b
4	8.46 a	22.05 a	13.33 a	9.78 a	21.83 a	16.16 a	6.15 a	12.61 a	11.83 a
5	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b
CV	59.3	70.53	72.36	58.34	64.06	65.87	89.67	107.68	99.56
P > F	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0012	0.0066	0.0036
DMS	5.45	16.13	10.29	4.71	11.69	8.9	5.62	12.21	11.07
Tercer flujo									
1	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
2	10.63 a	28.96 a	15.66 a	1.56 a	3.50 a	2.83 a	1.15 a	2.50 a	1.83 a
3	6.08 a b	17.00 a b	10.00 a b	1.70 a	5.00 a	3.50 a	4.65 a	11.50 a	8.41 a
4	1.90 b	3.66 b	2.50 b	3.65 a	9.00 a	5.66 a	3.03 a	8.50 a	5.83 a
5	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 a	0.0 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
CV	118.02	116.36	118.24	258.76	263.19	272.03	191.27	203.50	197.58
P > F	0.0009	0.0005	0.0010	0.3944	0.4223	0.5187	0.1014	0.1319	0.1112
DMS	7.45	19.58	11.29	6.06	15.62	11.07	5.72	15.52	10.77

Medias con la misma letra en misma columna no tienen diferencia significativa estadísticamente (Tukey Ps0.05). C.V. = Coeficiente de Variación, DMS = Diferencia Mínima Significativa. Tratamiento 1) Con fertilización y sin poda, KNO₃ y PBZ; 2) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 ml. de i.a de PBZ; 3) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 11.25 ml. de i.a de PBZ; 4) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 ml. de i.a de PBZ; 5) Sin poda, fertilización, KNO₃ ni PBZ.

4.3 Número de brotes vegetativos por m²

El número de brotes vegetativos por metro cuadrado fue mayor en los árboles podados que en los sin podar, independientemente de la fecha, y en todos

los casos fue mayor en los árboles tratados con PBZ (Cuadro 4). Cuando la poda se realizó en abril, el mayor número de brotes vegetativos por metro cuadrado se obtuvo con la dosis de 11.25 mL de ingrediente activo de PBZ. Para la poda de mayo existe también diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre tratamientos con poda, KNO_3 y las distintas dosis de PBZ con respecto a los no tratados. Mientras que en poda de junio, los tratamientos mostraron similar comportamiento con respecto a las fechas anteriores para los árboles tratados, aunque mostraron diferencias estadística entre árboles con y sin fertilización (Cuadro 4). Respuestas similares fueron obtenidas por Pavone *et al.* (2008), que aplicaron poda y PBZ en el cv. Tommy Atkins; y observaron incremento del número de brotes vegetativos emergidos, sin embargo; la diferencia fue atribuida a la poda y no al PBZ, ya que los tratamientos con y sin PBZ, no mostraron diferencia estadística. Esto concuerda con Rojas y Leal (1997) en el cv. Haden, quienes observaron incremento en la actividad vegetativa como respuesta a la intensidad de la poda.

Cuadro 4. Número de brotes vegetativos por m^2 en árboles de mango cv. Ataulfo podados en tres fechas y tratados con diferentes dosis de paclobutrazol y con o sin fertilización (Huaristamba, Nayarit, 2010)

TRAT	Número de brotes vegetativos por metro cuadrado		
	Fecha de poda		
	Abril	Mayo	Junio
1	3.5 c	3.5 b	3.5 c
2	6.5 a	4.8 a b	6.8 a
3	6.7 a	5.7 a b	6.7 a
4	6.4 a b	6.5 a	6.3 a b
5	4.3 b c	4.3 a b	4.3 b c
C.V.	22.53	27.00	24.05
P > F	0.0002	0.0069	0.0003
DMS	2.10	2.29	2.27

Medias con la misma letra en misma columna no tienen diferencia significativa estadísticamente (Tukey $P \leq 0.05$). C.V. = Coeficiente de Variación, DMS = Diferencia Mínima Significativa. Tratamiento 1) Con fertilización y sin poda, KNO_3 y PBZ; 2) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 7.5 mL de i.a de PBZ; 3) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 11.25 mL de i.a de PBZ; 4) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 7.5 mL de i.a de PBZ; 5) Sin poda, fertilización, KNO_3 ni PBZ.

4.4 Número de inflorescencias por m²

La brotación de inflorescencias m² en las tres fechas de poda osciló entre 4 y 6 en todos los tratamientos. Aunque no se muestra diferencia significativa ($P \leq 0.05$), se puede ver que en los tratamientos con PBZ, supera en uno o dos inflorescencias por m² a los tratamientos sin regulador de crecimiento. Así mismo la fecha uno generó el mayor número de inflorescencias, con respecto a la fecha dos y tres, siendo el tratamiento con la dosis más baja el que más destacó, pero en la poda dos y tres fue el inferior (Cuadro 1A). Los resultados coinciden con los obtenidos por Yeshitela *et al.* (2004) en los cultivares Tommy Atkins y Keitt, donde la dosis más alta de PBZ produjeron mayor número de inflorescencias con respecto al testigo, de la misma manera Pavone *et al.* (2008), Do Carmo y Silva 2005 y Cárdenas y Rojas, (2003) reportaron que la poda y PBZ puede causar el mismo efecto en cv. Tommy Atkins, Springfels, Edward y Haden; con PBZ y nitratos. La longitud y el diámetro basal de la inflorescencia no mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos, indistintamente de la fecha de poda.

4.5 Periodo de flor a cosecha

Para tratamientos sin poda, PBZ, KNO₃, la antesis ocurrió el día 10 de enero de 2011, transcurrieron 129 d hasta llegar a la cosecha; sin embargo, el adelanto fue de 28 d, con respecto a la fecha de corte de la región (Cuadro 2A). Superando los resultados obtenidos en Nayarit por Salazar *et al.* (2000), quienes con aplicaciones de nitrato de amonio 2 %, adelantaron la cosecha 22 d. En tanto para el tratamiento poda de abril, con PBZ y KNO₃, la antesis ocurrió el día 15 de diciembre de 2010 y los días que transcurrieron a cosecha fueron 142, se logró anticipar 42 d, superando resultados obtenidos en Nayarit para este mismo cultivar (Vázquez *et al.*, 2009). Para fecha de poda del mes de mayo, tratamientos con PBZ y KNO₃, la antesis se presentó el día 15 de diciembre del 2010 y los días transcurridos a cosecha fueron 137; de igual manera hubo anticipación de 42 d. Para fecha de poda del mes de junio, tratamientos con PBZ y KNO₃, llegaron a antesis el día 28 de diciembre de

2010 y fueron 143 d transcurridos a cosecha, en esta fecha solo se adelantó 28 días, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Vázquez *et al.* (2009) en el cv. Ataulfo con manejo integrado a base de poda, fertilización, nitratos y PBZ, adelantaron la cosecha alrededor de 30 d.

4.6 Número de frutos amarrados por m²

No existe diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$), entre los cinco tratamientos en las tres fechas de poda, no obstante, el mayor número se observó en la dosis alta de PBZ en la primera fecha con 3.3 frutos y el de dosis media en segunda y tercer fecha, con 2.5 y 3.3 respectivamente (Cuadro 3A). Mejores resultados obtenidos por Quijada *et al.* (2009), quienes con tratamiento de poda y KNO_3 en cv. Tommy Atkins, lograron 4.42 frutos amarrados por metro cuadrado. Husman *et al.* (2001) aseguran que de las miles de flores en una panícula, menos del 1 % desarrolla frutos, a causa de falla en la polinización y aborto de frutos; el cual es causado generalmente por la exposición a bajas temperaturas durante el tiempo de polinización, fertilización y amarre (Sukhvibul *et al.*, 2005).

4.7 Incidencia de mango partenocárpico

Para la poda de abril, no presentó diferencia significativa ($P \leq 0.05$), entre arboles con y sin poda, los porcentajes fluctuaron entre 47 y 66 %. La fecha de poda de mayo se comportó de manera similar, sin mostrar diferencias estadísticas, los valores fluctuaron de 57 a 70 %. En tanto para la fecha de poda de mayo los porcentajes van de 58 al 71 %. La fecha de poda de junio, tuvo un comportamiento totalmente contrario a las fechas anteriores, la dosis más alta de PBZ obtuvo mayor incidencia de mango niño. Así mismo los arboles no podados mostraron valores menores, aunque no estadísticamente, en comparación con árboles podados y con PBZ (Cuadro 5). Valores más elevados a los reportados por Shaban e Ibrahim (2009), quienes en el cv. Nam Dok Mai reportaron el 38.3 % de mango en Egipto. La incidencia de mango niño tiene alta correlación con los días de polinización que

estuvieron expuestos a bajas temperaturas después de la polinización. Temperaturas nocturnas y diurnas de 20-25/10-15 °C tienen efecto en la inducción de mango niño en cultivares Irwin, Kensington y Nam Dok Mai (Sukhvilub *et al.*, 2005). Para Huaristemba, las temperaturas nocturnas y diurnas, así como de humedad relativa de los meses en que se llevaron a cabo los procesos de polinización, fertilización y amarre, se reportan en el Cuadro 4A.

Cuadro 5. Incidencia de mango partenocárpico en árboles de mango cv. Ataulfo podados en tres fechas y tratados con diferentes dosis de paclobutrazol y con o sin fertilización (Huaristemba, Nayarit, 2010).

TRAT	Incidencia de mango niño (%)		
	Fecha de poda		
	Abril	Mayo	Junio
1	64.17 a	64.17 a	64.17 a b
2	66.42 a	70.97 a	73.77 a b
3	50.78 a	65.27 a	71.84 a b
4	47.42 a	58.63 a	80.34 a
5	57.31 a	57.31 a	57.31 b
C.V.	23.10	19.43	17.60
P > F	0.0847	0.3364	0.0305
DMS	22.42	28.85	20.74

Medias con la misma letra en misma columna no tienen diferencia significativa estadísticamente (Tukey $P \leq 0.05$). C.V. = Coeficiente de Variación, DMS = Diferencia Mínima Significativa. Tratamiento 1) Con fertilización y sin poda, KNO_3 y PBZ; 2) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 7.5 mL de i.a de PBZ; 3) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 11.25 mL de i.a de PBZ; 4) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 7.5 mL de i.a de PBZ; 5) Sin poda, fertilización, KNO_3 ni PBZ.

4.8 Eficiencia productiva

No hubo diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre tratamientos para la eficiencia productiva, indistintamente de la dosis de PBZ utilizada ni fecha, sin embargo a mayor concentración de PBZ hay un mayor incremento de kilogramos por m^2 en fecha de poda de abril osciló de 7.61 a 11.63 kg/m^2 y mayo de 6.62 a 9.30 kg/m^2 , además dosis 15 mL de i.a de PBZ, obtuvieron la mejor eficiencia productiva en estas mismas fechas. Para fecha de poda de junio, el comportamiento fue totalmente

diferente, la mejor eficiencia productiva se presentó en tratamientos sin PBZ, aunque esta diferencia no es significativa estadísticamente ($P \leq 0.05$). En base a esto podemos definir que árboles muy vigorosos y árboles podados y con este manejo, pueden ser igualmente eficientes en cuanto a producción, en el mismo sentido podríamos estar utilizando mayor densidad de plantación (Cuadro 6A). Otros resultados similares son los que reportaron Avilán *et al.* (2008), quienes en los cv. Haden, Edward, Tommy atkins Springfels, evaluaron árboles sin poda, con poda y PBZ; y no encontraron diferencias estadísticas.

4.9 Calidad del fruto con semilla

Proporción pulpa, cáscara, semilla. Para poda de abril, el contenido de pulpa más alto fue encontrado en los tratamientos con PBZ y fue menos en el tratamiento sin poda, PBZ ni nutrición. Esto puede estar relacionado con el porcentaje de cáscara, ya que no se encontraron diferencias en el porcentaje del peso de la semilla (cuadro 6). En la poda de mayo no hubo diferencias causadas por los tratamientos aunque los valores fueron los más elevados hasta 22 %, y para fecha de junio el tratamiento con dosis mayor de PBZ obtuvo menor porcentaje de pulpa. El porcentaje de cáscara para la fecha de abril fue menor a medida que aumentó la dosis de PBZ. El porcentaje de Semilla fluctuó de 8.80 a 12.53 % y no fue significativo en ninguna fecha de poda y en ningún tratamiento, resultados similares a estos concuerdan con los de Shaban e Ibrahim (2009), quienes reportaron 11 % de semilla, y Aular y Rodríguez (2005) quienes obtuvieron proporciones más bajas de cáscara (del 12 al 14 %), lo cual representa un incremento en pulpa hasta de 75%, valores mayores a los del cv. Ataulfo.

Cuadro 6. Proporción de pulpa, cáscara y semilla en frutos de mango cv.

'Ataulfo'.

Fecha de poda	TRAT	PULPA (%)	CÁSCARA (%)	SEMILLA (%)
abril	1	70.76 a b	18.96 a b	10.27 a
	2	70.71 a b	18.36 a b	11.12 a
	3	74.59 a	16.59 b	8.80 a
	4	73.76 a	15.42 b	10.80 a
	5	68.07 b	22.32 a	9.59 a
C.V.	4.06	12.44	19.77	
P > F	0.0134	0.0014	0.3873	
DMS	5.50	4.31	3.78	
mayo	1	70.76 a	18.69 a	10.27 a
	2	70.59 a	18.20 a	11.20 a
	3	71.29 a	17.74 a	10.97 a
	4	69.37 a	18.08 a	12.53 a
	5	68.07 a	22.32 a	9.59 a
C.V.	4.85	12.22	21.73	
P > F	0.5872	0.0331	0.3919	
DMS	6.43	4.41	4.48	
junio	1	70.76 a	18.96 b	10.27 a
	2	70.66 a	19.79 b	9.53 a
	3	69.99 a	20.06 b	9.94 a
	4	63.72 b	24.40 a	11.82 a
	5	68.07 a b	22.32 a b	9.59 a
C.V.	4.09	10.68	16.69	
P > F	0.0039	0.0068	0.2387	
DMS	5.32	4.26	3.23	

Medias con la misma letra en misma columna no tienen diferencia significativa estadísticamente (Tukey $P \leq 0.05$). C.V. = Coeficiente de Variación, DMS = Diferencia Mínima Significativa. Tratamiento 1) Con fertilización y sin poda, KNO_3 y PBZ; 2) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 7.5 mL de i.a de PBZ; 3) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 11.25 mL de i.a de PBZ; 4) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 7.5 mL de i.a de PBZ; 5) Sin poda, fertilización, KNO_3 ni PBZ.

Color. No hubo diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre tratamientos, para mango 'Ataulfo' los valores iniciales en todas las fechas del ángulo Hue fueron disminuyendo de manera normal en el proceso de maduración de frutos, a lo largo del almacenamiento, pasando del verde de 112.7 a 116.1 ° Hue, al color característico amarillo-naranja de 82.7 a 93.2 ° Hue. El mayor grado Hue, corresponde a un color verde en mango, conforme disminuye este valor, se acerca más al amarillo, aunque solo hubo diferencia significativa en el tratamiento sin fertilización, poda de junio, KNO_3 y PBZ, en el cual el color verde fue más intenso, que en los demás tratamientos de poda de abril y mayo, en el diagrama de color esta diferencia no se alcanzaría a diferenciar a simple vista (Cuadro 7). Tratamientos con

poda y dosis más baja de PBZ, en las tres fecha de poda obtuvo el valor más alto de Hue, lo cual indica que al final del experimento el desarrollo de color fue más lento, aunque cabe destacar que esta diferencia solo es significativa en fecha de poda de mayo, para los tratamientos con y sin PBZ, independientemente de la dosis utilizada. Para la poda de abril, las dosis más altas de PBZ, obtuvieron color más verde en comparación con tratamientos sin PBZ, los cuales mostraron coloración amarilla al final de la evaluación, estos resultados coinciden con Gil *et al.* (1998), que al evaluar distintas intensidades de poda en cv Haden, no encontraron diferencias estadísticas en el inicio de la evaluación, de igual manera, a partir del día cinco de evaluación los tratamientos mostraron diferencias entre los tratamientos con y sin poda, el proceso de maduración se llevó de manera normal (Romero *et al.*, 2006), al degradarse clorofilas y ocurrir la síntesis de carotenoides (Osuna *et al.*, 2002). La disminución de grados Hue da paso a la coloración amarilla del mango (Salinas *et al.*, 2010 y Romero *et al.*, 2006). Para el caso de Croma que representa la saturación del color, entre más bajo sea este valor, los colores son más grisáceos, caso contrario conforme avanza el proceso de maduración, estos colores representan mayor saturación del color, traducido en colores más puros, al inicio de las evaluaciones la cromaticidad no mostró diferencia significativa, los tratamientos de las tres fechas de poda obtuvieron un comportamiento similar, solo con la excepción del tratamiento integrado con fertilización, poda de mayo, KNO_3 y PBZ, el cual presentó una menor pureza del color, al final de las evaluaciones se alcanza a distinguir una tendencia de mayor cromaticidad en tratamientos que involucran poda, KNO_3 y PBZ. En general el color externo es afectado cuando el fruto es almacenado a temperatura ambiente (Osuna *et al.*, 2002).

Cuadro 7. Desarrollo del color (grados Hue y Croma) evaluado cada tercer día, en frutos de mango cv. Ataulfo, almacenados doce días a temperatura ambiente (22 a 26 °C y HR de 60 %).

		Color evaluado en grados Hue y cromaticidad											
		Días después de la cosecha											
		día 0		día 3		día 6		día 9		día 12			
Trat		Hue	croma	Hue	croma	Hue	croma	Hue	croma	Hue	croma		
Poda de abril	1	113.3 a b	49.4 a	110.4 a	53.8 a b	92.1 b	64.7 a	85.9 b	67.5 a	83.7 c	68.8 b		
	2	116.1 a	51.9 a	113.3 a	53.0 b	108.2 a	56.7 b	100.0 a	61.7 b	93.2 a	65.9 b		
	3	115.2 a b	50.2 a	113.9 a	51.5 b	106.2 a	57.2 b	95.4 a	64.8 b	88.5 b	68.5 a b		
	4	114.7 a b	51.9 a	113.0 a	53.3 b	105.2 a	57.9 b	97.4 a	65.8 b	88.5 b	70.0 a		
	5	112.7 b	51.2 a	103.3 a	57.1 a	90.7 b	65.5 a	84.0 b	68.5 a	83.7 c	65.8 b		
C.V.		2.36	5.28	18.91	5.66	4.47	5.46	5.21	6.40	3.24	3.86		
P > F		0.0210	0.1052	0.4795	0.0009	0.0001	0.0001	0.0001	0.0021	0.0001	0.0005		
DMS		3.11	3.10	24.52	3.50	5.18	3.80	5.55	4.84	3.27	3.00		
Poda de mayo	1	113.3 a b	49.4 b	119.4 a	53.8 a b	92.1 b	64.7 a	85.9 b	67.5 a b	83.7 b	66.8 b c		
	2	114.3 a b	52.5 a	113.7 a	52.1 b	109.9 a	55.4 b	100.7 a	62.9 b	91.5 a	69.1 a b		
	3	114.8 a	52.3 a	113.5 a	52.1 b	106.6 a	58.1 b	96.8 a	66.4 a b	89.5 a	69.1 a b		
	4	114.8 a	53.0 a	114.1 a	52.6 a b	108.2 a	58.6 b	98.2 a	66.4 a b	90.2 a	69.7 a		
	5	112.7 b	51.2 a b	103.3 a	57.1 a	90.7 b	65.5 a	84.0 b	65.5 a	83.7 b	65.8 c		
C.V.		1.38	4.37	18.86	5.33	4.40	5.24	6.02	6.19	4.07	3.61		
P > F		0.0041	0.0017	0.4719	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0216	0.0001	0.0006		
DMS		1.81	2.60	24.50	3.28	5.15	3.65	6.46	4.72	4.11	2.83		
Poda de junio	1	113.3 a	49.4 a	119.4 a	53.8 a	92.1 a	64.7 a	85.9 a	67.5 a b	83.7 a	66.8 a		
	2	112.8 a	49.9 a	103.5 a	55.4 a	92.4 a	63.0 a	87.0 a	65.3 b	83.8 a	64.4 a		
	3	114.1 a	49.5 a	103.4 a	56.2 a	90.7 a	65.6 a	85.3 a	67.4 a b	82.7 a	66.4 a		
	4	113.4 a	49.4 a	103.2 a	56.4 a	91.2 a	64.8 a	86.1 a	67.1 a b	83.3 a	65.9 a		
	5	112.7 a	51.2 a	103.3 a	57.1 a	90.7 a	65.5 a	84.0 a	68.5 a	83.7 a	65.8 a		
C.V.		1.59	5.24	20.25	7.02	4.30	4.66	4.27	4.00	2.22	3.40		
P > F		0.3667	0.3975	0.2759	0.3186	0.7401	0.2221	0.3899	0.0790	0.6028	0.1121		
DMS		2.08	3.10	24.86	4.51	4.53	3.47	4.21	3.09	2.14	2.58		

Medias con la misma letra en misma columna no tienen diferencia significativa estadísticamente (Tukey Ps0.05). C.V. = Coeficiente de Variación, DMS = Diferencia Mínima Significativa. Tratamiento 1) Con fertilización y sin poda, KNO₃ y PBZ; 2) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 mL de i.a de PBZ; 3) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 11.25 mL de i.a de PBZ; 4) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 mL de i.a de PBZ; 5) Sin poda, fertilización, KNO₃ ni PBZ.

Pérdida fisiológica de peso. Para los tratamientos de poda en abril y mayo, los tratamientos con PBZ indistintamente de la dosis utilizada, mostraron la mayor pérdida de peso acumulado, siendo de 13.53 a 16.46 % para abril y de 13.53 a 16.49 para mayo, en tanto para la poda de junio, esta pérdida fue de 13.53 a 14.99 % sin llegar a mostrar diferencias significativas entre tratamientos con o sin PBZ (Cuadro 8). La mayor pérdida de peso se presentó el sexto día, donde los tratamientos perdieron del 8 hasta casi el 10 % del peso inicial, sin existir diferencias entre tratamientos o fechas de poda, a partir de ese momento, esta pérdida de peso, fue disminuyendo. Resultados similares se encontraron en mango 'Ataulfo' con pérdidas del 10 % en tratamientos evaluados a temperatura ambiente al día seis (Luna *et al.*, 2006). La pérdida de peso a través de los días de muestreo es normal cuando estos se encuentran a temperatura ambiente, y no es causada por la dosis utilizada de PBZ (Rebolledo *et al.*, 2008). En Egipto con diversos cultivares de la región Shaban e Ibrahim (2009) obtuvieron porcentajes de pérdida de peso menores a 12 %. La pérdida de peso en frutos de mango se debe principalmente a la transpiración que ocurre a través del alto número de lenticelas, así como al metabolismo respiratorio acelerado por algún tratamiento estresante (Luna *et al.*, 2006).

Cuadro 8. Pérdida fisiológica de peso (expresada en porcentaje), por día evaluado y acumulada, en 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (22 a 26 °C y HR de 60 %).

Fecha de poda	TRAT	Porcentaje de pérdida fisiológica de peso				TOTAL acumulada
		Días después de la cosecha				
		día 3	día 6	día 9	día 12	
Poda de Abril	1	3.78 b	4.42 a	2.99 c	3.07 b	13.53 c
	2	4.31 a	4.43 a	4.20 b	3.74 a b	16.03 a
	3	4.20 a b	4.54 a	5.08 a	3.74 a b	16.46 a
	4	4.28 a b	4.38 a	3.97 b	4.17 a	15.53 a b
	5	3.91 b	4.13 a	3.20 c	3.05 b	14.00 b c
C.V.		11.11	15.95	15.96	19.22	9.83
P > F		0.0001	0.6975	0.0001	0.0005	0.0001
DMS		0.53	0.80	0.71	0.78	1.71
Poda de Mayo	1	3.78 c	4.42 a	2.99 b	3.07 b	13.53 b
	2	4.24 a b c	4.35 a	3.95 a	3.73 ab	15.3 ab
	3	4.63 ab	4.69 a	4.10 a	4.02 a	16.34 a
	4	4.92 a	4.85 a	3.99 a	3.87 a	16.49 a
	5	3.91 b c	4.13 a	3.20 b	3.05 b	13.57 b
C.V.		16.93	17.16	14.93	17.58	11.33
P > F		0.0012	0.1820	0.0001	0.0003	0.0001
DMS		0.83	0.88	0.62	0.71	1.92
Poda de junio	1	3.78 a	4.42 a	2.99 a	3.07 a	13.53 a
	2	3.86 a	4.32 a	4.76 a	2.95 a	14.99 a
	3	4.06 a	4.55 a	3.09 a	3.35 a	14.24 a
	4	4.12 a	4.53 a	3.19 a	3.43 a	14.43 a
	5	3.91 a	4.13 a	3.20 a	3.05 a	13.57 a
C.V.		10.99	15.68	81.2	20.4	18.61
P > F		0.2976	0.5676	0.5095	0.3101	0.6242
DMS		0.49	0.79	3.22	0.74	3.03

Medias con la misma letra en misma columna no tienen diferencia significativa estadísticamente (Tukey $P \leq 0.05$). C.V. = Coeficiente de Variación, DMS = Diferencia Mínima Significativa. Tratamiento 1) Con fertilización y sin poda, KNO_3 y PBZ; 2) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 7.5 mL de i.a de PBZ; 3) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 11.25 mL de i.a de PBZ; 4) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 7.5 mL de i.a de PBZ; 5) Sin poda, fertilización, KNO_3 ni PBZ.

Sólidos solubles totales (SST). Para la poda de abril, el contenido de SST fue mayor en los árboles no podados que en los podados, pero esta diferencia desapareció a los nueve días (Cuadro 9). Para el inicio de la evaluación, la concentración de SST disminuyó a medida que incrementó la dosis de PBZ para fecha de poda de abril y mayo, pero en poda de junio, la diferencia no fue

significativa. Cabe destacar que aunque al día 3, 6 y 9 la mejor concentración de SST se obtuvo en tratamientos sin PBZ, para poda de abril y mayo; la poda de junio, el incremento no fue significativo, sino hasta el final de la evaluación (día 12). De acuerdo con Osuna *et al.* (2002) el contenido de SST que alcanza el mango 'Ataulfo' al momento de la cosecha es de 7 ° Brix. A medida que avanza el proceso normal de maduración, esta concentración va aumentando paulatinamente (Luna *et al.*, 2006), en el mismo sentido Yeshitela *et al.* (2004) afirmaron que a mayor dosis de PBZ es mayor la concentración de SST, por lo que esta baja concentración se puede atribuir al efecto causado por la poda en fecha de abril y mayo. Todos los tratamientos superaron a los evaluados en el cv. Tommy Atkins y Keitt al realizar poda de panícula y brotes vegetativos, los cuales obtuvieron valores entre 14 y 15.6 ° Brix (Yeshitela *et al.*, 2003), pero en general no superaron los 18 ° Brix que Osuna *et al.* (2002) encontraron en el cv Ataulfo en Nayarit.

Acidez Titulable (AT). En la primera evaluación, la acidez varió de 2.84 a 3.82 %. Los tratamientos sin PBZ en las tres fechas de poda mostraron menor concentración de ácido málico y en general se encontró diferencia significativa entre tratamientos con y sin PBZ en las cuatro primeras evaluaciones postcosecha para las tres fechas de poda (Cuadro 10). El porcentaje de acidez obtenido coincide con el 3 % reportado para el cv. Ataulfo en Nayarit (Osuna *et al.*, 2002). En este sentido, estos resultados iniciales difieren a los obtenidos por Shaban e Ibrahim (2009), quienes en Egipto, con diversos cultivares de la región obtuvieron de 2.0 a 2.2 %. Se observó una disminución significativa en el contenido de ácido durante el periodo de almacenamiento a temperatura ambiente de 22 a 26 °C y HR de 60 %; dicho comportamiento está relacionado con el metabolismo de maduración de los frutos (Romero *et al.*, 2006. Al final de las evaluaciones, las fechas de poda de mayo y junio no presentaron diferencia significativa para ningún tratamiento, variando del 0.33 a 0.77 % de acidez, lo cual coincide con Osuna *et al.* (2002) y Yeshitela *et al.* (2005) que al final de la evaluación de mango obtuvieron de 0.3 a 0.4 % en el cv. Ataulfo y de 0.3 a 0.5 en el cv. Tommy Atkins respectivamente. Sólo el tratamiento con la dosis menor de PBZ mostró comportamiento diferente para la fecha de poda de abril, y es

donde se promovió el mayor porcentaje de acidez en el día 12, comparado con todos los tratamientos y todas las fechas de poda.

Cuadro 9. Contenido de sólidos solubles totales evaluado cada tercer día, en frutos de mango cv. Ataulfo, almacenados doce días a temperatura ambiente (22 a 26 ° C y HR de 60 %).

TRAT	Contenido de SST (^o Brix) Días después de la cosecha					
	día 0	día 3	día 6	día 9	día 12	
Poda de abril	1	7.31 a b	14.63 a	20.70 a	19.90 a	17.76 a
	2	6.46 b c	8.53 b	15.18 b	15.06 b	17.08 a
	3	6.88 b c	7.50 b	14.65 b	16.55 b	17.63 a
	4	6.01 c	9.51 b	14.03 b	16.01 b	17.15 a
	5	7.90 a	16.51 a	20.33 a	16.81 b	19.41 a
C.V.	8.47	16.03	10.80	8.95	10.70	
P > F	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.2394	
DMS	0.99	3.08	3.11	2.56	3.23	
Poda de mayo	1	7.31 a b	14.63 a b	20.70 a	19.90 a	17.76 a b
	2	6.46 c	9.78 c	12.33 b	15.91 b	16.06 b
	3	6.08 c	10.98 b c	12.43 b	14.88 b	15.96 b
	4	6.70 b c	10.28 c	11.53 b	16.18 b	15.40 b
	5	7.90 a	16.51 a	20.33 a	16.81 a b	19.41 a
C.V.	6.89	17.78	10.50	12.31	10.66	
P > F	0.0001	0.0001	0.0001	0.0039	0.0041	
DMS	0.80	3.75	2.75	3.49	3.05	
Poda de junio	1	7.31 a	14.63 a	20.70 a	19.90 a	17.76 a b
	2	7.51 a	14.00 a	19.51 a	18.10 a b	16.78 a b
	3	8.18 a	15.10 a	18.36 a	16.73 b	17.35 a b
	4	7.23 a	16.18 a	18.10 a	17.45 b	16.06 b
	5	7.90 a	16.51 a	20.33 a	16.81 b	19.41 a
C.V.	9.63	11.91	9.35	7.33	9.38	
P > F	0.1612	0.1245	0.0744	0.0017	0.0204	
DMS	1.24	3.08	3.07	2.21	2.78	

Medias con la misma letra en misma columna no tienen diferencia significativa estadísticamente (Tukey P<0.05). C.V. = Coeficiente de Variación, DMS = Diferencia Mínima Significativa. Tratamiento 1) Con fertilización y sin poda, KNO₃ y PBZ; 2) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 mL de i.a de PBZ; 3) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 11.25 mL de i.a de PBZ; 4) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 mL de i.a de PBZ; 5) Sin poda, fertilización, KNO₃ ni PBZ.

Cuadro 10. Acidez titulable (en porcentaje de ácido málico) evaluada cada tercer día, en frutos de mango cv. Ataulfo, almacenados doce días a temperatura ambiente (22 a 26 ° C y HR de 60 %).

TRAT	Porcentaje de ácido málico					
	Días después de la cosecha					
	día 0	día 3	día 6	día 9	día 12	
Poda de abril	1	3.10 a b	1.40 b	0.66 b	0.33 b	0.35 b
	2	3.40 a	4.07 a	2.26 a	1.75 a	0.96 a
	3	3.28 a b	4.03 a	1.97 a b	0.95 a b	0.35 b
	4	3.50 a	3.95 a	2.56 a	1.18 a b	0.45 b
	5	2.84 b	1.89 b	1.29 a b	0.43 b	0.35 b
C.V.	8.99	18.37	45.87	78.57	52.51	
P > F	0.0049	0.0001	0.0026	0.0156	0.0011	
DMS	0.42	0.95	1.36	1.24	0.44	
Poda de mayo	1	3.10 a b	1.42 b	0.66 b	0.33 a	0.35 a
	2	3.70 a	3.98 a	3.69 a	1.00 a	0.77 a
	3	3.82 a	3.49 a	3.10 a	0.91 a	0.75 a
	4	3.70 a	3.79 a	4.10 a	1.20 a	0.48 a
	5	2.84 b	1.89 b	1.29 b	0.43 a	0.35 a
C.V.	12.52	20.56	29.95	94.61	61.61	
P > F	0.0014	0.0001	0.0001	0.2140	0.0777	
DMS	0.72	1.01	1.30	1.24	0.56	
Poda de junio	1	3.10 a	1.42 b	0.66 b	0.33 ab	0.35 a
	2	3.31 a	2.90 a	1.03 a b	0.21 b	0.36 a
	3	3.32 a	2.06 a b	1.17 a b	0.28 ab	0.33 a
	4	3.58 a	2.17 a b	1.58 a	0.35 ab	0.40 a
	5	2.84 a	1.89 b	1.29 a b	0.43 a	0.35 a
C.V.	13.61	26.12	37.37	27.54	23.35	
P > F	0.0803	0.0019	0.0165	0.0047	0.7060	
DMS	0.74	0.92	0.72	0.15	0.14	

Medias con la misma letra en misma columna no tienen diferencia significativa estadísticamente (Tukey Ps0.05). C.V. = Coeficiente de Variación, DMS = Diferencia Mínima Significativa. Tratamiento 1) Con fertilización y sin poda, KNO₃ y PBZ; 2) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 ml. de i.a de PBZ; 3) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 11.25 ml. de i.a de PBZ; 4) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 ml. de i.a de PBZ; 5) Sin poda, fertilización, KNO₃ ni PBZ.

Relación sólidos solubles totales/acidez titulable (SST/AT). Los valores de sólidos solubles totales en el día cero fueron de 6 a 8 ° Brix y los valores de acidez fueron de aproximadamente 2.84 a 3.70 % de ácido málico, lo cual da una relación SST/AT muy baja de 1.59 a 2.88; esto se traduce a un sabor muy

astringente del fruto (Cuadro 11). Conforme avanzó el proceso de maduración, los valores de sólidos solubles totales aumentaron y el porcentaje de acidez disminuyó, esta relación proporciona un sabor delicioso al fruto. En todos los casos, tratamientos que no involucraron PBZ ni poda mostraron mayor dulzor, y obtuvieron mejores resultados los que involucraron fertilización, esto concuerda con Osuna *et al.* (2000). Cabe destacar que en las evaluaciones del día doce, para fecha de poda de abril y mayo, los tratamientos que no involucran PBZ mostraron la mejor relación entre dulzor y acidez. A medida que avanza el proceso de madurez, la acidez disminuye y aumenta la concentración de azúcares, lo que mejora la relación de SST/AT, lo que le confiere un buen sabor a la fruta (Páramo y Peck, 2006). Los tratamientos que involucraron poda de abril y junio y PBZ mostraron características similares en este parámetro a los resultados reportados por Aular y Rodríguez (2005).

Catación. Particular atención merece el tratamiento que involucra la dosis más alta de PBZ, el cual, en las tres diferentes fechas de poda se posicionó como el más preferido. Los frutos cosechados de la poda de abril, el 58 % de los evaluadores (figura 2), consideraron que tuvieron el mejor en sabor, para la fecha de mayo fue similar en 42 % de preferencia para la dosis intermedia y alta de PBZ, mientras que para fecha de poda de junio 40 % de los evaluadores consideraron que el tratamiento de PBZ con dosis alta obtuvo mejor sabor. Los tratamientos sin PBZ solo destacaron en fecha de junio, aunque no lo suficiente para superar la preferencia por los tratamientos con dosis más alta. Esta caracterización y análisis de aceptación o rechazo de mango 'Ataulfo' por parte del catador, refleja la preferencia hacia tratamientos que involucran PBZ. Con respecto a la evaluación sensorial Salinas *et al.* (2010) y Monteiro *et al.* (2004) indican que hay diferencias en características de sabor cuando se evalúa mango a temperatura ambiente y refrigerada, por tal motivo las condiciones de sabor en este experimento no se vieron influenciadas por alguna de esta característica, ya que todas las evaluaciones se realizaron a temperatura ambiente.

Cuadro 11. Relación entre sólidos solubles totales y acidez titulable, evaluada cada tercer día, en frutos de mango cv. Ataulfo, almacenados doce días a temperatura ambiente (22 a 26 ° C y HR de 60 %).

		Relación entre SST/AT				
		Días después de la cosecha				
TRAT	día 0	día 3	día 6	día 9	día 12	
Poda de abril	1	2.37 a b	12.03 a	33.56 a	94.68 a	277.10 a
	2	1.90 b	2.11 b	7.28 b	27.30 b	109.92 b
	3	2.10 b	1.87 b	8.83 b	34.47 b	122.83 b
	4	1.72 b	2.43 b	7.35 b	28.85 b	104.30 b
	5	2.88 a	10.32 a	18.95 b	54.08 b	191.27 a b
C.V.	18.02	68.75	46.59	43.43	45.71	
P > F	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001	0.0016	
DMS	0.67	6.71	12.00	35.25	124.85	
Poda de mayo	1	2.37 a b	12.03 a	33.56 a	94.68 a	277.10 a
	2	1.76 b c	2.51 b	3.63 c	17.22 c	62.39 c
	3	1.59 c	3.31 b	4.58 c	20.79 c	83.56 b c
	4	1.81 b c	2.85 b	2.96 c	14.68 c	55.21 c
	5	2.88 a	10.32 a	18.35 b	54.08 b	191.27 a b
C.V.	20.69	64.77	51.34	47.06	48.40	
P > F	0.0001	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001	
DMS	0.73	6.82	11.09	32.15	109.91	
Poda de junio	1	2.37 a	12.03 a	33.56 a	94.68 a	277.10 a
	2	2.27 a	4.99 a	22.23 a b	65.11 a b	211.10 a b
	3	2.49 a	8.21 a	15.97 b	50.60 b	176.12 a b
	4	2.10 a	7.90 a	12.86 b	41.38 b	137.67 b
	5	2.88 a	10.32 a	18.95 b	54.08 b	191.27 a b
C.V.	20.26	52.44	39.78	37.14	38.80	
P > F	0.1055	0.1177	0.0023	0.0046	0.0553	
DMS	0.83	7.73	13.97	38.51	130.78	

Medias con la misma letra en misma columna no tienen diferencia significativa estadísticamente (Tukey Ps0.05). C.V. = Coeficiente de Variación, DMS = Diferencia Mínima Significativa. Tratamiento 1) Con fertilización y sin poda, KNO₃ y PBZ; 2) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 mL de i.a de PBZ; 3) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 11.25 mL de i.a de PBZ; 4) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 mL de i.a de PBZ; 5) Sin poda, fertilización, KNO₃ ni PBZ.

TRATAMIENTOS PREFERIDOS EN CUANTO A SABOR

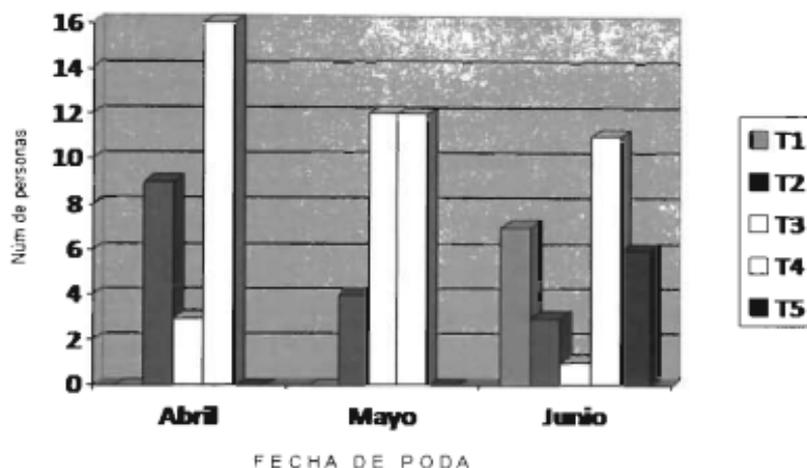


Figura 2. Evaluación sensorial de mango cv. Ataulfo, podados en tres fechas y tratados con diferentes dosis de paclobutrazol y con o sin fertilización (Huaristemba, Nayarit, 2010). Tratamiento 1) Con fertilización y sin poda, KNO_3 y PBZ; 2) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 7.5 mL de i.a de PBZ; 3) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 11.25 mL de i.a de PBZ; 4) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 7.5 mL de i.a de PBZ; 5) Sin poda, fertilización, KNO_3 ni PBZ.

4.10 Calidad de mango partenocárpico

Pulpa, cáscara y semilla. Todos los tratamientos con aplicación de PBZ incrementaron el porcentaje de 72 a 75 % de pulpa (Cuadro 12). En cáscara no hubo diferencia significativa entre tratamientos, los valores fluctuaron de 20 a 22 %. Para la semilla, los tratamientos con PBZ, presentaron valores menores estadísticamente, este porcentaje fue menor en tratamientos con dosis más bajas de PBZ. Shaban e Ibrahim (2009) reportaron 6.57 % de semilla, para cultivares de Egipto.

Cuadro 12. Proporción de pulpa, cáscara y semilla (%), en frutos en mango partenocárpico cv. Ataulfo.

Trat	Pulpa (%)	Cáscara (%)	Semilla (%)
1	70.76 b	22.09 a	7.14 a
2	75.12 a	20.08 a	4.79 b
3	73.15 ab	22.01 a	4.82 b
4	72.76 ab	21.94 a	5.28 b
CV	3.22	9.7	10.27
P > F	0.0677	0.3853	0.0001
DMS	4.25	3.78	1.02

Medias con la misma letra en misma columna no tienen diferencia significativa estadísticamente (Tukey $P \leq 0.05$). C.V. = Coeficiente de Variación, DMS = Diferencia Mínima Significativa. Tratamiento 1) Con fertilización y sin poda, KNO_3 y PBZ; 2) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 7.5 mL de i.a de PBZ; 3) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 11.25 mL de i.a de PBZ; 4) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 7.5 mL de i.a de PBZ; 5) Sin poda, fertilización, KNO_3 ni PBZ.

Color.- Para el caso de mango niño la evaluación en el día cero, fluctuó de Hue varió de 110.5 a 111.8 y croma de 51 a 52, y no mostró diferencia significativa entre tratamientos en ninguna evaluación. Sin embargo en comparación con frutos son semilla, se puede observar que el proceso de maduración es más rápido, pues la degradación de clorofila es más acelerada en estos frutos, motivo por el cual la evaluación terminó el día nueve. En comparación con frutos normales estos valores están semejantes durante el proceso de maduración, pero solo fue factible realizar 4 evaluaciones (Cuadro 13).

Pérdida fisiológica de peso. En fruto de mango partenocárpico, la pérdida de peso total osciló entre 18 y 21 % hasta el día 9 de evaluación, no hubo diferencia significativa entre tratamientos, pero es claro que existe mayor pérdida de peso que en frutos con semilla, donde la pérdida total no superó 16.4 % (Cuadro 14). estos resultados son similares a los reportados Shaban e Ibrahim (2009) quienes evaluaron mango con y sin semilla y encontraron que existe mayor pérdida de peso en frutos de mango sin.

Cuadro 13. Hue y croma, evaluado cada tercer día, en frutos partenocárpicos de mango cv. Ataulfo, almacenados nueve días a temperatura ambiente (22 a 26 ° C y HR de 60 %).

Trat	Color evaluado en grados Hue y cromaticidad							
	Días después de la cosecha							
	Día 0		Día 3		Día 6		Día 9	
Hue	Croma	Hue	Croma	Hue	Croma	Hue	Croma	
1	110.5 a	51.7 a	98.9 a	58.0 a	87.0 a	63.6 a	83.3 a	64.8 a
2	111.0 a	52.8 a	100.9 a	58.1 a	87.9 a	64.5 a	83.9 a	66.0 a
3	110.9 a	51.0 a	98.1 a	57.2 a	86.5 a	63.0 a	82.8 a	63.4 a
4	111.8 a	51.3 a	98.7 a	56.68 a	86.8 a	62.7 a	83.3 a	63.5 a
CV	2.27	5.58	5.29	6.51	2.28	4.27	1.31	4.62
P > F	0.6056	0.4311	0.6012	0.7375	0.3830	0.3846	0.1280	0.1341
DMS	2.75	3.15	5.72	4.08	2.17	2.96	1.19	3.24

Medias con la misma letra en misma columna no tienen diferencia significativa estadísticamente (Tukey Ps0.05). C.V. = Coeficiente de Variación, DMS = Diferencia Mínima Significativa. Tratamiento 1) Con fertilización y sin poda, KNO₃ y PBZ; 2) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 ml. de i.a de PBZ; 3) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 11.25 ml. de i.a de PBZ; 4) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 ml. de i.a de PBZ; 5) Sin poda, fertilización, KNO₃ ni PBZ.

Cuadro 14. Pérdida fisiológica de peso (en porcentaje) por día de evaluación y acumulada, evaluada cada tercer día, en frutos partenocárpicos de mango cv. Ataulfo, almacenados nueve días a temperatura ambiente (22 a 26 ° C y HR de 60 %).

Trat	Relación sólidos solubles totales/acidez titulable			
	Días después de la cosecha			
	Día 3	Día 6	Día 9	Total acumulada
1	7.41 a	6.19 a	5.72 a	18.09 a
2	7.48 a	6.50 a	6.17 a	18.83 a
3	8.68 a	7.46 a	6.19 a	20.70 a
4	8.82 a	6.73 a	5.48 a	19.55 a
CV	16.53	17.55	27.06	16.97
P > F	0.0162	0.0704	0.6332	0.2587
DMS	1.46	1.28	1.73	3.57

Medias con la misma letra en misma columna no tienen diferencia significativa estadísticamente (Tukey Ps0.05). C.V. = Coeficiente de Variación, DMS = Diferencia Mínima Significativa. Tratamiento 1) Con fertilización y sin poda, KNO₃ y PBZ; 2) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 ml. de i.a de PBZ; 3) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 11.25 ml. de i.a de PBZ; 4) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 ml. de i.a de PBZ; 5) Sin poda, fertilización, KNO₃ ni PBZ.

Sólidos solubles totales. En cuanto a los sólidos solubles totales, los resultados no mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos, en la primera evaluación fue de 6.6 a 7.1 en tanto que el día nueve después de cosecha alcanzó de 23.5 a 26 ° Brix. Sin embargo, aunque la diferencia no es significativa estadísticamente, se observó mayor concentración de azúcares en tratamientos que involucraron dosis de PBZ (Cuadro 5A). La concentración de SST fue más elevada en comparación con frutos con semilla para el día nueve después de cosecha. Shaban e Ibrahim (2009) obtuvieron resultados similares al determinar que la concentración de azúcar en mangos partenocárpico es mayor, contrastados con frutos con semilla. Resultados con concentraciones más bajas reportaron Jin-Chuan *et al.* (1996), en mango 'Irwin' al décimo día de evaluación de 13 a 16 ° Brix. Al respecto Perez-Barraza *et al.* (2007) en el municipio de San Blas, Nayarit, encontraron que la concentración de mango niño va de 20 a 22 ° Brix en evaluaciones 15 días después de cosecha.

Acidez titulable.- La acidez inicial en mango partenocárpico varió de 3.30 a 3.40 % de ácido málico, y comparados con mango con semilla, en el mismo día de evaluación, los valores fueron similares (Cuadro 15). Sin embargo, durante el proceso de maduración, no hubo diferencia significativa entre tratamientos, este contenido de acidez disminuye gradualmente hasta finalizar de 0.50 a 0.61 %, valores menores contrastados con frutos con semilla (Romero *et al.*, 2006). Estos valores son más bajos a los reportados por (Shaban e Ibrahim, 2009) de 1 a 2 % en algunos cultivares de Egipto.

Sólidos solubles totales/Acidez titulable. No hubo diferencia estadística entre los tratamientos, la relación SST/AT al inicio de la evaluación fue de 2 (Cuadro 16), en tanto para el día nueve después de cosecha alcanzó valores de 41 a 43, que en comparación con la evaluación de mango con semilla, se observó que esta relación se incrementa conforme avanza el proceso de maduración y esta es superior en el día nueve después de cosecha. Shaban e Ibrahim (2009) encontraron

en frutos partenocárpicos de mango en Egipto, valores más elevados de la relación SST/AT (5) en el inicio de la evaluación.

Cuadro 15. Acidez titulable (en porcentaje de ácido málico), evaluada cada tercer día, en frutos partenocárpicos de mango cv. Ataulfo, almacenados nueve días a temperatura ambiente (22 a 26 ° C y HR de 60 %).

Trat	Acidez titulable			
	Días después de la cosecha			
	Día 0	Día 3	Día 6	Día 9
1	3.32 a	2.12 a	0.99 a	0.55 a
2	3.30 a	2.46 a	1.24 a	0.58 a
3	3.32 a	2.29 a	1.10 a	0.60 a
4	3.40 a	2.28 a	0.99 a	0.61 a
CV	8.37	15.97	30.13	18.31
P > F	0.9243	0.4801	0.5312	0.7409
DMS	0.45	0.59	0.52	0.17

Medias con la misma letra en misma columna no tienen diferencia significativa estadísticamente (Tukey Ps0.05). C.V. = Coeficiente de Variación, DMS = Diferencia Mínima Significativa. Tratamiento 1) Con fertilización y sin poda, KNO₃ y PBZ; 2) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 mL de l.a de PBZ; 3) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 11.25 mL de l.a de PBZ; 4) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 mL de l.a de PBZ; 5) Sin poda, fertilización, KNO₃ ni PBZ.

Cuadro 16. Relación entre Sólidos solubles totales y Acidez titulable evaluada cada tercer día, en frutos partenocárpicos de mango cv. Ataulfo, almacenados nueve días a temperatura ambiente (22 a 26 ° C y HR de 60 %).

Trat	Relación sólidos solubles totales/acidez titulable			
	Días después de la cosecha			
	Día 0	Día 3	Día 6	Día 9
1	2.01 a	8.90 a	23.75 a	42.76 a
2	2.06 a	6.03 a	18.30 a	42.72 a
3	2.16 a	8.17 a	24.26 a	41.63 a
4	2.09 a	8.32 a	24.01 a	43.29 a
CV	13.84	30.97	32.01	23.57
P > F	0.8307	0.2202	0.4398	0.9932
DMS	0.46	3.93	11.62	16.23

Medias con la misma letra en misma columna no tienen diferencia significativa estadísticamente (Tukey Ps0.05). C.V. = Coeficiente de Variación, DMS = Diferencia Mínima Significativa. Tratamiento 1) Con fertilización y sin poda, KNO₃ y PBZ; 2) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 mL de l.a de PBZ; 3) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 11.25 mL de l.a de PBZ; 4) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 mL de l.a de PBZ; 5) Sin poda, fertilización, KNO₃ ni PBZ.

V. CONCLUSIONES

1. La combinación tecnológica de poda, paclobutrazol y nitrato de potasio adelantó la cosecha del cv. Ataulfo 42 d, cuando se iniciaron las prácticas en abril y mayo y 28 d cuando se realizó en junio.
2. Los árboles con poda y paclobutrazol generaron hasta tres flujos vegetativos en función de la fecha; los árboles sin poda solo emitieron uno. El vigor de los flujos vegetativos a partir del segundo dependió del primero.
3. La poda, nitrato de potasio y paclobutrazol incrementa la eficiencia productiva por m^2 , pero no causa efecto en el vigor de las inflorescencias, indistintamente de que la tecnología se aplique en abril, mayo o junio.
4. La fecha de poda de junio presento mayor incidencia de mango partenocárpico (57-80 %).
5. El paclobutrazol no afectó el color; concentración de sólidos solubles totales, proporción pulpa-cáscara-semilla, pero incrementó la acidez titulable y pérdida de peso en poda de abril y mayo, en frutos con semilla de mango cv. Ataulfo.
6. Los frutos de mango 'Ataulfo' desarrollaron mejor sabor a mayor concentración de paclobutrazol en las tres fechas de poda.

No se observó efecto significativo del paclobutrazol para las variables de calidad de mango partenocárpico, a excepción del incremento en pérdida fisiológica de peso.

V. REVISIÓN DE LITERATURA

- Aguilar B. G. 2005. Producción forzada de nopal (*Opuntia ficus-indica*, cv.) tlaconopal mediante anillado parcial. Revista Fitotecnia Mexicana 28(3):295-298.
- Alcantar G. G., V. M. Sandoval. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Publicación especial 10. Sociedad Mexicana de la ciencia del suelo, A.C. Chapingo, México. 155p.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Vol. II. Association of official analytical chemists. Washington, D.C. pp:918-919.
- Aular J., Y. Rodríguez. 2005. Características físicas y químicas y prueba de preferencia de tres tipos de mangos criollos Venezolanos. Bioagro. 17(3):171-176.
- Ávila L., R. C. Marín, A. M. Pérez, E. Soto, M. Rodríguez, J. Ruiz y H. Escalante. 2002. Floración de cultivares de mango de la colección del inia-ceniap. Agronomía tropical. 52(4):449-462.
- Avilán L. 1999. Fertilización de mango en el trópico. Informaciones Agronómicas. 34:1-16.
- Avilán L., R. C. Marín., M. Rodríguez, J. Ruiz., 2000. 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., C. Rengifo. 1992. El cultivo del mango en Venezuela III. Fertilización. FONAIAP DIVULGA. 40:1-5.
- Avilán L., E. Soto, R. C. Marín, M. Pérez, M. Rodríguez y José Ruiz. 2008. Productividad del mango en una población de alta densidad durante el periodo de plena producción. Agronomía tropical. 58(2):181-191.
- Avilán L., M. Azkue, E. Soto, M. Rodríguez, J. Ruiz, H. Escalante. 2003. Efecto de la poda y el empleo de un regulador de crecimiento sobre el inicio de la floración en mango. Revista Facultad de Agronomía 20(4):430-442.
- Avilán L., R. C. Marín, M. Rodríguez y J. Ruiz. 2005. Producción forzada de mango (*Mangifera indica* L.) en alta densidad (278 pl/ha⁻¹) durante el periodo de crecimiento. Revista Facultad de Agronomía. (Iuz). 22:99-111.
- Avilán L., R. C. Marín, M. Rodríguez. 2001. Crecimiento, floración y producción del mango sometido a diferentes tratamientos en plantaciones de alta densidad. Agronomía Tropical 51(1):29-47.
- Avitia G. G., G. A. M. Catillo. 2007. Desarrollo floral en frutales. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México. 142p.
- Ayala G. A. V., G. Almaguer, N. K. De la Trinidad, I. Caamal, R. Rendón. 2009. Competitividad de la producción de mango (*Mangifera indica* L.) en Michoacán. Revista Chapingo serie horticultura. 15(2):133-140.

- Cárdenas K., E. Rojas. 2003. Efecto del Paclobutrazol y los nitratos de potasio y calcio sobre el desarrollo del mango 'Tommy atkins'. *Revista Bioagro* 15(3):83-90.
- Carmo M. Ma. A., E. Orika O., J. D. Rodríguez. 2010. Inibidores de síntese de giberelinas e crescimento de mudas de mangueira "Tommy atkins". *Ciencia Rural, Santa María*. 40(2):273-279.
- Castelán M. y Becerril E. 2004. Fisiología de la producción forzada en guayaba. II. Nutrientes y respuesta floral. *Interciencia*. 29(12):680-685.
- Chávez C. X., P. A. Vega, V. L. M. Tapia, S. M. A. Miranda. 2001. Mango. Su Manejo y Producción en el Trópico Seco de México. Libro Técnico No. 1. Campo Experimental Valle de Apatzingán. CIRPAC; INIFAP, Michoacán, México.
- Davenport T. L. 2006. Pruning strategies to maximize tropical mango production from the time of planting to restoration of old orchards. *Hortiscience*. 4(3):131-135.
- Davenport T. L. 2007. Reproductive physiology of mango. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 19(4):363-376.
- Davenport T. L. and R. N. Elisea. 1990. Ethylene and other endogenous factors, possibly involved in mango flowering. *Tropical and subtropical fruits*. 275:441-447.
- Do Carmo M. M.A. A., J. A. S. Albuquerque. 2005. Efeito do paclobutrazol em duas épocas de produção da mangueira. *Bragantia, campinas*, 64(2):219-225.
- FAOSTAT. 2009. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Estadísticas. (En línea). Disponible en <http://www.faostat.org>. (Fecha de consulta 11 de noviembre Del 2009).
- Ferrari F. D., A. E. Sergent. 1996. Promoción de la floración y fructificación del mango (*Mangifera indica* L.) cv. Haden, con nitrato de potasio. *Revista Facultad de Agronomía* 22:1-8.
- Fonseca N., M. T. de Castro N., C. A. da Silva L. 2005. Paclobutrazol e estresse hídrico no florescimento e produção da mangueira (mangifera indica) 'tommy atkins'. *Revista Brasileira de Fruticultura Jaboticabat-sp*. 27(1):21-24.
- Galán S. V. 1999. El Cultivo del Mango. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. 298p.
- García S. S., B. M. H. Pérez, V. V. Vázquez. 2000. Effect of ammonium nitrate sprays on flowering and harvest time of 'Manila', 'Ataulfo' and 'Tommy atkins' mango in Nayarit, México. *Acta Horticulturae* 509:573-579.
- Gehrke V. M. 2008. Reflexiones sobre problemas de biología floral reproductiva del mango 'Ataulfo' en el Soconusco, Chiapas. *Tecnología en marcha*. 21(1):174-18.
- Gil P. M., E. Sergent y F. Leal. 1998. Efectos de la poda sobre variables reproductivas y de calidad del mango (*Mangifera indica* L.) cv. Haden. *Bioagro* 10(1):18-23.
- Husman M., B Fatima, M. J. Jaskani. 2001. Breeding in mango. *International Journal of Agriculture & Biology*. 3(4):522-526.

- Jamalian S., E. Tafazoli, A. tehranifar, S. Eshghi and G. H. Davarynejad. 2008. The effect of paclobutrazol on fruit yield, leaf mineral elements and proline content of strawberry cv. Selva under saline condition. *American-eurasian Journal Agricultural & Environmental Science*. 3(1):118-122.
- Luna E. G., Ma. L. Arévalo, R. S. Anaya, M. A. Villegas, R. M. Acosta y R. G. Leyva. 2006. Calidad de mango 'Ataulfo' sometido a tratamiento hidrotérmico. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 29(2):123-128.
- Mansuroglu S., O. Karaguzel, V. Ortacesme and M. S. Sayan. 2009. Effect of paclobutrazol on flowering, leaf and flower colour of *consolida orientalis*. *Pakistan Journal of Botany*. 41(5):2323-2332.
- Medina U. V. M., G. E. Zapiain., M. M. G. Robles, O. Z. Pérez, T. Williams., S. R. Becerra. 2007. Fenología, eficiencia productiva y calidad de fruta de cultivares de naranjo en el trópico seco de México. *Sociedad Mexicana de Fitogenética*. 30(2):133-143.
- Mendonça V., S. E. de A. Neto., O. M. Haffe, M. J. Barbosa, R. E. J. Darlan. 2001. Florescimento e frutificação de mangueira com uso de paclobutrazol, ethephon e nitrato de cálcio. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal-sp. 23(2): 265-269.
- Monteiro V. B. B., E. A. E. Nunes, F. V. F. Andrade, L. L. C. Oliveira, V. B. E. V. Barros, C. A. E. Romaniello. 2004. Avaliação da qualidade de mangas 'Tommy atkins' minimamente processadas. *Revista Brasileira de Fruticultura Jaboticabat-sp*. 26(3):540-543.
- Nguyen V. K., M. D. Nguyen. 2005. Effects of Paclobutrazol doses on the floral induction of Khiew Sawoei Mango at dong tien farm, Ho Chi Minh City. *Journal of Agricultural Sciences and Technology*. 4:1-5.
- Osuna E. T., M. E. Engleman, R. A. E. Becerril, V. R. Mosqueda, H. M. Soto, M. A. Castillo. 2000. Iniciación y diferenciación floral en mango 'manila'. *Agrociencia* 34:573-581.
- Osuna G. J. A., R. B. Sañudo, V. M. Medina U., X. Chávez C. 2001. Residualidad de paclobutrazol en frutas de mango (*Manguifera indica* L.) 'Tommy atkins'. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 7(2): 275-282.
- Osuna G. J. A., R. M. L. Guzmán, G. B. Tovar, de O. M. M. Montes y M. V. A. Vidal. 2002. Calidad del mango Ataulfo producido en Nayarit, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25(4):367-374.
- Páramo L., L. Peck. 2006. Determinación de parámetros a nivel de laboratorio para la producción de vinos a partir de frutas tropicales producidas en Nicaragua. *Revista Nexo*. 19(2):101-107.
- Pavone R. A., L. Avilán y L. Herrera. 2008. Efecto del despuntado, poda y paclobutrazol, sobre la brotación vegetativa y reproductiva de cuatro cultivares de mango. *Agronomía tropical*. 58(4):351-356.

- Pérez B. M. H., V. Vázquez V., G. J. A. Osuna, L. M. A. Urias. 2009. Incremento del amarre y tamaño de frutos partenocárpicos en mango 'Ataulfo' con reguladores de crecimiento. *Revista Chapingo serie Horticultura*. 15(2):183-188.
- Pérez B. M. H., Vázquez V. V. y Salazar G. S. 2006. Defoliación de brotes apicales y su efecto en la diferenciación floral del mango "Tommy atkins". *Revista Fitotecnia Mexicana* 29(4):313-319.
- Quijado O., B. Herrera, R. González, A. Casanova y R. Camacho. 2009. Influencia la poda y de la aplicación de nitrato potásico y tiosulfato potásico sobre el mango en Maracaibo, Venezuela. II. Producción e índices de eficiencia productiva. *Agronomía tropical* 59(3): 289-296.
- Rebolledo M. A., P. A. L. Del Ángel, M. J. Rey. 2008. Effects of Paclobutrazol and KNO₃ over flowering and fruit quality in two cultivar of mango manila. *Revista Interciencia*. 33(7):518-522.
- Rojas E., F. Leal. 1997. Effects of pruning and potassium nitrate spray on floral and vegetative bud break of mango cv. Haden. *Acta Horticulturae* 455:522-529.
- Romero G. N. R., V. C. Saucedo, G. P. Sánchez, A. J. Rodríguez, H. V. M. González, M. M. N. Rodríguez, S. R. Báez. 2006. Aplicación foliar de Ca (NO₃)₂: fisiología y calidad de frutas de mango 'Haden'. *Terra Latinoamericana*. 24(4):521-527.
- Rossetto C. J., N. Bortoletto, D. C. J. Vidigal, C. R. C. Limonta, T. Igue. 2004. Response of mango varieties to Paclobutrazol. *Acta Horticulturae* 645:233-235.
- Ruiz, P. F. D., Á. Villegas M., A. Hernández L., M. T. Colinas L. 2003. Cambios morfológicos en plantas de dalia (*Dahlia pinnata* Cav.) tratadas con paclobutrazol. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 9(1):151-161.
- S.A.S. 20. The SAS System Release 9.2 Cary, N.C. SAS Institute. Inc.
- SAGARPA 2010. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (En línea). Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/index>. (Fecha de consulta 18 y 29 de Junio De 2010).
- Salazar G. S., B. M. H. Pérez, V. V. Vázquez. 2000. Effect of ammonium nitrate sprys on Flowering and harvest time of 'Manila', 'Ataulfo' and 'Tommy Atkins' mango in Nayarit, México. *Acta Horticulturae* 509:573-580.
- Salinas H. R. Ma., Ma. El. Pirovani, B. A. A. Gardea y A. G. A. González. 2010. Cambios fisicoquímicos y sensoriales limitantes de la vida de anaquel de mango fresco cortado. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 33(3):215-223.
- Santos O. G. X., F. M. A. Coelho, P. f. A. de Carvalho, C. E. Coelho, P. V. P. da Silva, N. M. T. de Castro. 2009. Relações entre transpiração máxima, evapotranspiração de referencia e área foliar em quatro variedades de mangueira. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal-sp. 31(1):020-027.

- Shaban A. E. A. 2009. Effect of summer pruning and GA₃ spraying on inducing flowering and fruiting of 'Zebda' mango trees. *World Journal of Agricultural Sciences* 5(3):337-344.
- Shaban A.E.A and A S A Ibrahim. 2009. Comparative study on normal and nubbin fruits of some mango cultivars. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 3(3)2166-2175.
- Sharma R. R. and R. Singh. 2006a. Effect of pruning intensity on light penetration and leaf physiology in 'Amrapali' mango trees under high-density planting. *Tropical science*. 46(1):16-19.
- Sharma R. R., Singh R. 2006b. Pruning intensity modifies canopy microclimate, and influences sex ratio, malformation incidence and development of fruited panicles in 'Amrapali' mango (*Mangifera indica* L.). *Scientia Horticulturae*. 109:118-122.
- SIACON-SAGARPA 2010. Subsistemas de información agrícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación Información de cultivos 1980-2008. (En línea). Disponible en <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/index>. (Fecha de consulta 18 y 29 de Junio De 2010).
- Silva C. M. G., S. J. A. Rebouças, V. A. E. Silveira, S. N. Matsumoto, R. N. T. Hojo. 2007. Florescimento e frutificação de mangueira (*Mangifera indica* L.) cv. Rosa promovidos por diferentes doses de Paclobutrazol. *Revista Brasileira Fruticultura Jaboticabal* 29(2):209-212.
- Sukhvibul N., A. W. Whitley, M. K. Smith. 2005. Effect of temperature on seed and fruit development in three mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae*. 105:467-474.
- Vázquez V. V., B. M. H. Pérez, J. A. Osuna. 2006. Importancia del cultivo del mango y generalidades. En: *El cultivo del mango: Principios y tecnología de producción* (V V Vázquez, B H Pérez (Eds.)). Libro Técnico No. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Santiago Ixcuintla Nay. 321p.
- Vázquez V. V., B. M. H. Pérez, G. J. A. Osuna, L. M. A. Urías. 2009a. Manejo integral de huertos de mango 'Ataulfo' con altas densidades de plantación. *Revista Chapingo serie de Horticultura* 15:155-160.
- Vázquez V. V., B. M. H. Pérez, G. J. A. Osuna, L. M. A. Urías. 2009b. Intensidad de poda sobre el vigor, producción y peso del fruto, del mango 'Ataulfo'. *Revista Chapingo serie Horticultura*. 15(2):127-132.
- Vázquez V. V., B. M. H. Pérez, G. S. Salazar, B. E. Becerra. 2005. Crecimiento, nutrición y rendimiento del mango 'Ataulfo' con injerto de porte bajo 'Esmeralda'. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 11(2):209-213.

- Vázquez V. V., B. M. H. Pérez, G. S. Salazar, B. E. Becerra. 2005. Crecimiento, nutrición y rendimiento del mango 'Ataulfo' con interinjerto de porte bajo 'Esmeralda'. Revista Chapingo serie Horticultura. 11(2):209-213.
- Vázquez V. V., B. M. H. Pérez. 2006. Dosis y épocas de aplicación de ácido giberélico en la floración y cosecha del mango 'Ataulfo'. Revista Fitotecnia Mexicana 29(3):197-202.
- Yeshitela T., P. J. Robbertse and P. J. C. Stassen. 2005. Effects of pruning on flowering, yield and fruit quality in mango (*Mangifera indica* L.). Australian Journal of Experimental Agriculture. 45:1325-1330.
- Yeshitela T., P. J. Robbertse, P. J. C. Stassen. 2003. The impact of panicle and shoot pruning on inflorescence and yield related developments in some mango cultivars. Journal of Applied Horticulture. 5(2):69-75.
- Yeshitela T., P. J. Robbertse, P. J. C. Stassen. 2004. Effects of various inductive periods and chemicals on flowering and vegetative growth of 'Tommy Atkins' and 'Keitt' mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. New Zeland Journal of Crop and Horticultural science. 32:209-215.

APÉNDICE

Cuadro 1. Numero de inflorescencias por m² en árboles de mango cv. Ataúlfo podados en tres fechas y tratados con diferentes dosis de paclobutrazol y con o sin fertilización (Huaristemba, Nayarit, 2010).

TRAT	Número y Vigor de inflorescencias por m ²								
	Fecha de poda								
	Abril			Mayo			Junio		
	No. de inflorescencias	Long. (cm)	Diám. (mm)	No. de inflorescencias	Long. (cm)	Diám. (mm)	No. de inflorescencias	Long. (cm)	Diám. (mm)
1	4.06 a	44.56 a	10.15 a	4.06 a	44.56 a	10.15 a	4.06 a	44.56 a	10.15 a
2	6.45 a	43.26 a	11.81 a	4.45 a	42.40 a	9.91 a	5.41 a	45.68 a	9.25 a
3	6.21 a	45.40 a	9.65 a	5.40 a	43.85 a	10.11 a	5.76 a	45.60 a	9.91 a
4	6.28 a	42.03 a	9.08 a	5.65 a	42.63 a	9.25 a	5.93 a	44.35 a	8.88 a
5	3.83 a	42.31 a	8.36 a	3.83 a	42.31 a	8.36 a	3.83 a	42.31 a	8.36 a
C.V.	29.51	24.40	27.30	35.67	24.08	24.42	24.79	23.35	22.90
P > F	0.0129	0.9775	0.2576	0.2789	0.9938	0.5222	0.0180	0.9805	0.5939
DMS	2.69	18.00	4.54	2.83	17.62	3.47	2.10	17.62	3.61

Medias con la misma letra en misma columna no tienen diferencia significativa estadísticamente (Tukey P<0.05). C.V. = Coeficiente de Variación, DMS = Diferencia Mínima Significativa. Tratamiento 1) Con fertilización y sin poda, KNO₃ y PBZ; 2) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 mL de i.a de PBZ; 3) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 11.25 mL de i.a de PBZ; 4) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 mL de i.a de PBZ; 5) Sin poda, fertilización, KNO₃ ni PBZ.

Cuadro 2. Días transcurridos desde la antesis hasta cosecha en árboles de mango cv. Ataulfo podados en tres fechas y tratados con diferentes dosis de paclobutrazol y con o sin fertilización (Huaristemba, Nayarit, 2010).

	Días transcurridos desde antesis hasta cosecha		
	Antesis	Cosecha	Días transcurridos
Sin Poda, PBZ, KNO ₃ , con fertilización	10/01/10	18/04/10	129
Poda Abril, con PBZ, KNO ₃ y fertilización	15/12/09	04/04/10	142
Poda Mayo, con PBZ, KNO ₃ y fertilización	20/12/09	04/04/10	137
Poda Junio, con PBZ, KNO ₃ y fertilización	28/12/09	18/04/10	143
Sin Poda, PBZ, KNO ₃ , fertilización	10/01/10	18/04/10	129

Cuadro 3. Número de frutos amarrados de tamaño comercial por m². en árboles de mango cv. Ataulfo podados en tres fechas y tratados con diferentes dosis de paclobutrazol y con o sin fertilización (Huaristemba, Nayarit, 2010).

TRAT	FECHA DE PODA		
	abril	mayo	junio
1	2.16 a	2.16 a	2.16 a
2	2.33 a	0.66 a	2.00 a
3	2.00 a	2.50 a	3.33 a
4	3.33 a	2.00 a	1.00 a
5	2.00 a	2.00 a	2.00 a
C.V.	70.04	82.76	111.13
P > F	0.7124	0.3211	0.5618
DMS	3.17	2.61	3.95

Medias con la misma letra en misma columna no tienen diferencia significativa estadísticamente (Tukey $P \leq 0.05$). C.V. = Coeficiente de Variación, DMS = Diferencia Mínima Significativa. Tratamiento 1) Con fertilización y sin poda, KNO₃ y PBZ; 2) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 mL de i.a de PBZ; 3) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 11.25 mL de i.a de PBZ; 4) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 mL de i.a de PBZ; 5) Sin poda, fertilización, KNO₃ ni PBZ.

Cuadro 4. Temperatura y humedad relativa nocturna y diurna mensual en Huaristamba, Nayarit.

Mes	Día		Noche	
	°C	HR	°C	HR
mayo	31.9	53.5	21.5	86.5
junio	33.4	59.0	25.6	85.9
julio	29.5	81.4	25.5	95.0
agosto	30.4	83.7	26.3	96.2
septiembre	29.5	86.5	25.7	97.8
octubre	31.1	79.8	20.7	94.3
noviembre	28.8	74.9	16.2	96.1
diciembre	26.5	71.3	14.3	95.2
enero	23.2	63.2	12.7	94.1
febrero	24.0	61.9	13.0	93.6
marzo	26.4	59.5	15.5	92.7
abril	29.4	55.0	17.9	89.6
mayo	32.1	53.8	21.5	87.6

UNIVERSIDAD DE GUAYMAS



SISTEMA DE BIBLIOTECA

Cuadro 5. Grados brix en frutos en mango partenocárpico cv. Ataulfo, durante cinco días de evaluación a temperatura ambiente.

Trat	Día 0	Día 3	Día 6	Día 9
1	6.6 a	17.9 a	21.9 a	23.5 a
2	6.8 a	14.6 a	20.8 a	23.8 a
3	7.1 a	18.1 a	24.2 a	23.5 a
4	7.1 a	18.2 a	22.7 a	26.0 a
CV	9.91	16.11	10.47	9.12
P > F	0.4860	0.1141	0.1203	0.1765
DMS	1.1	4.48	3.79	3.57

Medias con la misma letra en misma columna no tienen diferencia significativa estadísticamente (Tukey $P \leq 0.05$). C.V. = Coeficiente de Variación, DMS = Diferencia Mínima Significativa. Tratamiento 1) Con fertilización y sin poda, KNO_3 y PBZ; 2) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 7.5 mL de i.a de PBZ; 3) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 11.25 mL de i.a de PBZ; 4) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO_3 y 7.5 mL de i.a de PBZ; 5) Sin poda, fertilización, KNO_3 ni PBZ.

Cuadro 6. Eficiencia productiva kg/m² en árboles de mango cv. Ataulfo podados en tres fechas y tratados con diferentes dosis de paclobutrazol y con o sin fertilización (Huaristimba, Nayarit, 2010).

TRAT	Eficiencia productiva kg/m ²		
	FECHA DE PODA		
	abril	mayo	junio
1	8.85 a	8.85 a	8.85 a
2	7.61 a	6.62 a	5.06 a
3	9.30 a	7.74 a	5.08 a
4	11.63 a	9.30 a	4.63 a
5	9.13 a	9.13 a	9.13 a
C.V.	30.80	35.47	42.73
P > F	0.2200	0.4914	0.0147
DMS	4.87	5.01	4.74

Medias con la misma letra en misma columna no tienen diferencia significativa estadísticamente (Tukey Ps0.05). C.V. = Coeficiente de Variación, DMS = Diferencia Mínima Significativa. Tratamiento 1) Con fertilización y sin poda, KNO₃ y PBZ; 2) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 mL de i.a de PBZ; 3) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 11.25 mL de i.a de PBZ; 4) Con fertilización, poda, 3.5 % de KNO₃ y 7.5 mL de i.a de PBZ; 5) Sin poda, fertilización, KNO₃ ni PBZ.