

## RESUMEN EJECUTIVO

### PROYECTO

# DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE TÉCNICAS PARA MODIFICAR LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS PARTENOCÁRPICOS EN MANGO ATAULFO EN LOS ESTADOS DE NAYARIT, CHIAPAS Y GUERRERO



**RESPONDABLE TÉCNICO:** Dra. María Hilda Pérez Barraza

**COLABORADORES:** Dra. Irma Julieta González Acuña

M.C. Arturo Álvarez Bravo

Dr. Moisés Alonso Báez

Dr. David Heriberto Noriega Cantú

Julio de 2019

Para el reporte completo, haga clic aquí: <https://buff.ly/2Shh9X4>

## **Objetivo General**

Incrementar la productividad y mejorar la calidad del fruto del mango 'Ataulfo', mediante el estudio y validación de técnicas relacionadas con reguladores de crecimiento en floración, amarre y desarrollo del fruto de mango 'Ataulfo' en Nayarit, Chiapas y Guerrero. Así como validar el modelo matemático bajo otras condiciones ambientales con el fin de diseñar estrategias de adaptación para enfrentar la variabilidad climática futura.

## **Actividades realizadas**

El estudio se llevó a cabo en huertos comerciales de mango en los Estados de Nayarit, Chiapas y Guerrero, con producción importante de mango 'Ataulfo' y con alta presencia de frutos partenocárpicos. Para ello se ejecutaron cuatro subproyectos.

## **Subproyecto 1. Validación del modelo matemático y su relación con desarrollo de la inflorescencia y la producción de frutos partenocárpicos.**

### **Objetivos**

1. Determinar el impacto de la variabilidad climática en el desarrollo de la inflorescencia, así como en la producción de frutos sin semilla.
2. Validar un modelo matemático basado en condiciones meteorológicas que relacione el desarrollo de inflorescencia y la producción de frutos sin semilla en mango 'Ataulfo'.

### **Procedimiento**

En Nayarit, Guerrero y Chiapas Se estudió el desarrollo de la inflorescencia de los diferentes flujos de floración considerando la escala desarrollada por Pérez *et al.* (2009), y se estudiaron factores de clima para generar los modelos del desarrollo floral y producción de frutos sin semilla

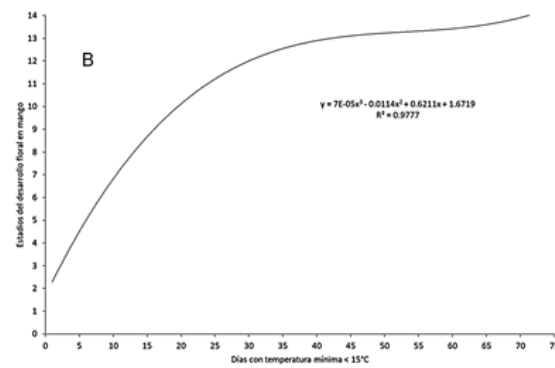
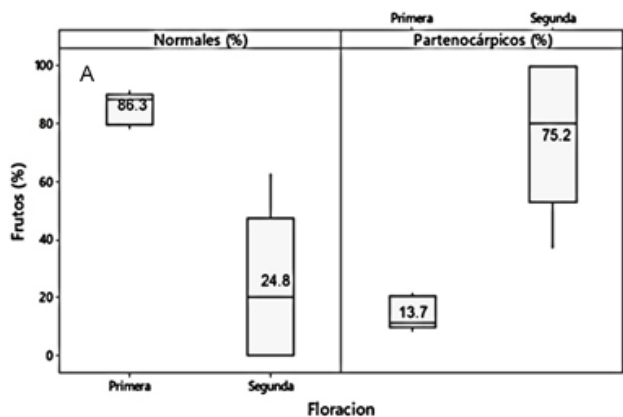
### **Resultados**

Las temperaturas asociadas al desarrollo floral permitieron el desarrollo de modelos matemáticos con un alto poder de predicción en los tres estados. Estos fueron generados basados en la acumulación de días frío. Los modelos permitirán la creación de sistemas de pronóstico y alerta temprana de eventos extremos de temperatura que pudieran afectar su desarrollo.

Respecto a la producción de frutos, en Nayarit, la mayor producción de frutos partenocárpicos se presentó en el segundo flujo de floración. Lo anterior se relacionó con la presencia de temperaturas

mínimas menores a 15°C y máximas mayores de 35 °C durante las etapas E 13, caída de pétalos y E 14, amarre de frutos.

Las condiciones climáticas que se presentan durante el desarrollo floral de ‘Ataúlfo’ en Nayarit, Guerrero y Chipas fueron contrastantes, por tanto, el problema de partenocarpia en este cultivar no se debe a un umbral de temperatura fijo.



Porcentaje de frutos por flujo de floración (A) y Modelo matemático del desarrollo floral en Nayarit, segundo flujo y (B).

## **Subproyecto 2. Estudios sobre polinización, fecundación y amarre de fruto en mango 'Ataulfo': Biología floral.**

**Objetivo.** Conocer el efecto de las regulares de crecimiento, polinizadores y feromonas sobre la polinización, fecundación y amarre de fruto.

**Procedimiento.** Para alcanzar el objetivo se desarrollaron tres experimentos.

**Experimento 1.** Efecto del thidiazuron (TDZ) y ácido giberélico en polinización ( $AG_3$ ), fecundación y amarre de fruto. Este trabajo se llevó a cabo en Nayarit, en un huerto comercial de mango 'Ataulfo' con alta presencia de frutos partenocárpicos (80 %); y se evaluaron dosis de citocinina (0 y  $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), y giberelinas (0 y  $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) en aplicaciones simples y combinadas en diferentes etapas fenológicas; inicio de floración, plena floración, después de plena floración (caída de pétalos).

### **Resultados**

Los reguladores aplicados en plena floración (citocininas), tuvieron un efecto en la fecundación y amarre de fruto; además retuvieron sus frutos hasta el momento de la cosecha. Resultados similares se obtuvieron cuando los reguladores (citocininas + giberelinas) se aplicaron después de plena floración. Se concluyó que la aplicación de TDZ +  $AG_3$  15 días después de plena floración, mejoró el amarre frutos polinizados y partenocárpicos, resultados que dieron las bases para estudiar el efecto de estos reguladores en la producción y tamaño de frutos polinizados y sin semilla.

**Experimento 2.** Estudios sobre polinización, fecundación y amarre de fruto mediante polinizadores y feromonas.

El trabajo se realizó en huertos comerciales de mango 'Ataulfo', ubicados en diferente localidad cada uno y con alta incidencia de frutos partenocárpicos (80%). Se utilizaron dos polinizadores, Tommy Atkins (Localidad 1) y Haden (Localidad 2), una feromona (Splat Bloom©) en ambas localidades, así como árboles sin feromona, ni polinizador como testigo.

### **Resultados**

Localidad 1, la mayor producción de frutos polinizados se obtuvo en árboles de 'Ataulfo' con feromona, aunque fue estadísticamente igual a la producción del huerto con Ataulfo sin polinizador, ni feromona. En esta localidad, ninguno de los huertos produjo frutos partenocárpicos, lo que puede atribuirse probablemente al adelanto de la floración logrado con la aplicación de PBZ en todos estos huertos de producción de Ataulfo.

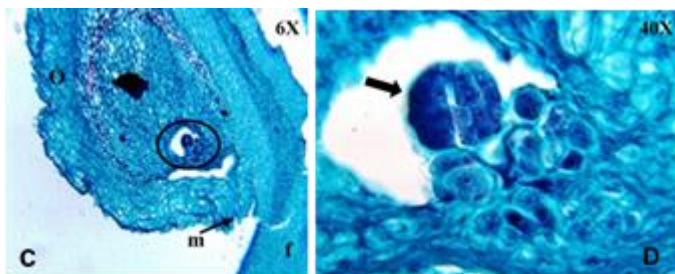
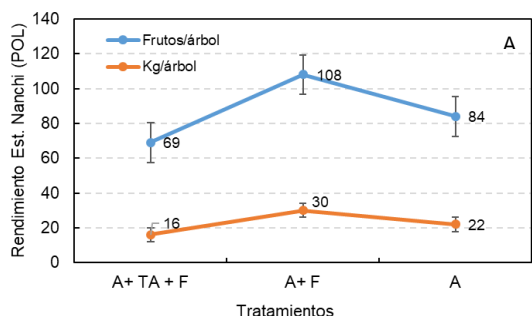
Localidad 2. La mayor producción de frutos polinizados fue el huerto Ataulfo + feromonas y la menor producción fue con Ataulfo combinado con Haden y feromona.

Estos resultados indican que, en ambas localidades, el polinizador bien sea cercano a Ataulfo o intercalado, no ayudó a la producción de frutos polinizados, pero la aplicación de feromona en ambas localidades contribuyó a un mayor rendimiento.

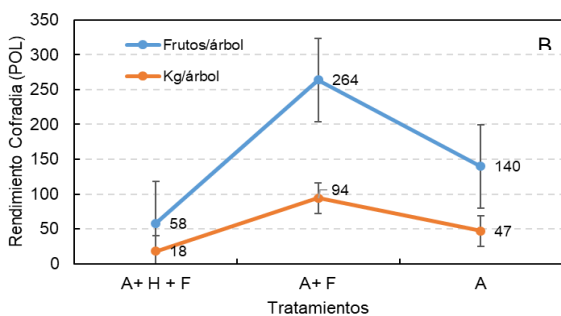
**Experimento 3.** En la búsqueda de las causas que ocasionan la partenocarpia en mango ‘Ataulfo’ o bien definir que daño o efecto tenían las temperaturas extremas (<15 y/o >33 °C) en el desarrollo floral o crecimiento de fruto se realizó un estudio sobre desarrollo del embrión.

**Resultados**

Se encontraron embriones abortados desde las primeras etapas de desarrollo del fruto (frutos entre 4 – 5 mm de longitud) hasta frutos en desarrollo (4 – 5 cm de longitud). Los embriones abortados encontrados en las diferentes etapas de desarrollo de frutos, indica que hubo polinización y fecundación, pero el embrión fue dañado por las temperaturas menores a 15 °C y mayores de 35 °C presentadas desde E13 hasta E14, definiéndose a estos frutos como estenospermocárpicos, un tipo de partenocarpia en la que hay polinización y fecundación, pero el embrión recién fecundado es abortado



Aborto de embrión observado, en amarre de frutos (entre 1 y 2 cm de longitud), el círculo indica la presencia del embrión en estado globular abortado; **D**, embrión globular abortado observado a mayor escala.



Producción de frutos polinizados (POL) con polinizador y feromonas, en dos localidades, Estación Nanchi (A) y Cofradia (B).

### **Subproyecto 3. Validación de técnicas generadas para incrementar amarre y tamaño de frutos partenocárpicos en mango Ataulfo.**

**Objetivo.** Validar las tecnologías generadas en Nayarit a base de reguladores de crecimiento para incrementar amarre y tamaño de frutos partenocárpicos.

#### **Procedimiento.**

En este subproyecto se validaron las tecnologías generadas en estudios anteriores en huertos de mango 'Ataulfo' con alta incidencia (80 %) de frutos partenocárpicos en los estados de Nayarit y Chiapas.

#### **Tecnología 1. TDZ + AG<sub>3</sub> 4X aplicado a los 15, 30, 45 y 60 DDF.**

Cuatro aplicaciones de TDZ mezclado con AG<sub>3</sub> en dosis de 50 mg L<sup>-1</sup> cada uno. La primera aplicación se realizó en cuajado de fruto (frutos con 3 – 5 mm de longitud) o caída de pétalos, aproximadamente 15 días después de plena floración (DPF), la segunda aplicación 30 días DPF, tercera aplicación a los 45 días DPF y cuarta aplicación a los 60 días DPF.

Se realizó en Nayarit durante dos años 2018 y 2019 en un huerto comercial de mango 'Ataulfo' de 15 años de edad, establecidos a 8 x 8 m entre hilera y árbol (156 árboles/ha) y con una incidencia de 80 % de frutos partenocárpicos. Los árboles estaban bajo condiciones de riego por goteo.

#### **Tecnología 2. TDZ 1X en plena floración y AG<sub>3</sub> 4X a los 15, 30, 45 y 60 días DPF.**

Una aplicación de 50 mg L<sup>-1</sup> de TDZ en plena floración y posteriormente de tres a cuatro aplicaciones de 50 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> a los 15, 30, 45 y 60 días DPF. Se llevó a cabo en Nayarit y Chiapas en huertos de mango 'Ataulfo' con una incidencia de 80 % de frutos partenocárpicos, los árboles contaban con 8 años de edad, establecidos a 6 x 4 m (416 árboles/ ha) y se manejaron bajo condiciones de riego por goteo en Nayarit.

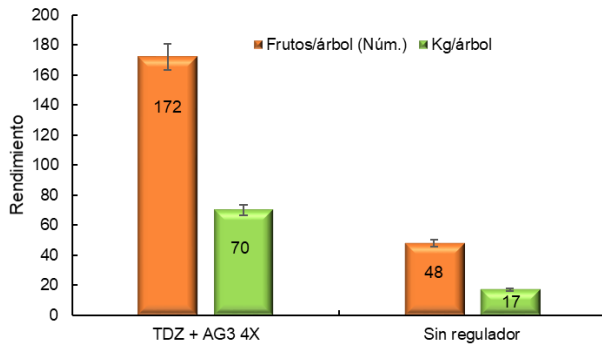
En Chiapas, el trabajo se llevó a cabo en el huerto "Las Andreas" con más del 80 % de frutos partenocárpicos. El huerto cuenta con manejo agronómico (podas, fertilización, sanidad, etc.) y riego. En este huerto se aplicaron las dos tecnologías mencionadas anteriormente.

#### **Resultados en Nayarit**

Los resultados obtenidos en la fase experimental, en el incremento del tamaño del fruto partenocárpico (peso, longitud y diámetro), se corroboran con la aplicación de reguladores en su fase comercial, además de favorecer la producción de frutos polinizados.

Ambas tecnologías incrementaron el tamaño del fruto partenocárpico y la producción de fruto normal, Aunque la tecnología a base de una mezcla de TDZ + AG<sub>3</sub> en dosis de 50 mg L<sup>-1</sup> de agua de cada

regulador y realizando cuatro aplicaciones a partir de cuajado de fruto y posteriormente cada 15 días dio mejores resultados.



Producción y Tamaño de fruto partenocárpico aplicado con 50 mgL<sup>-1</sup> de TDZ + AG<sub>3</sub> (4X) a partir de cuajado de fruto y sin regulador

### Resultados en Chiapas

El tratamiento mezcla TDZ+AG<sub>3</sub> en cuatro aplicaciones mediante las dosis indicadas y su aplicación programada cada 15 días a partir de plena floración en los árboles de mango Ataulfo en el Soconusco, Chiapas., aumentó del crecimiento de los frutos partenocárpicos por arriba del tamaño oficial indicado como Norma de 118 g en el Diario Oficial de Federación (DOF).

se obtuvo un rendimiento promedio de 5.3 toneladas por hectárea, aceptable desde un punto de vista económico en esta región del Soconusco, Chiapas, lo que indica que también se incrementó la producción de frutos con semilla.

## Subproyecto 4. Efecto de la nutrición en la producción de frutos partenocárpicos en mango 'Ataulfo'.

**Objetivo.** Determinar el efecto de la nutrición en la producción y tamaño de frutos partenocárpicos y polinizados en mango 'Ataulfo'.

### Procedimiento

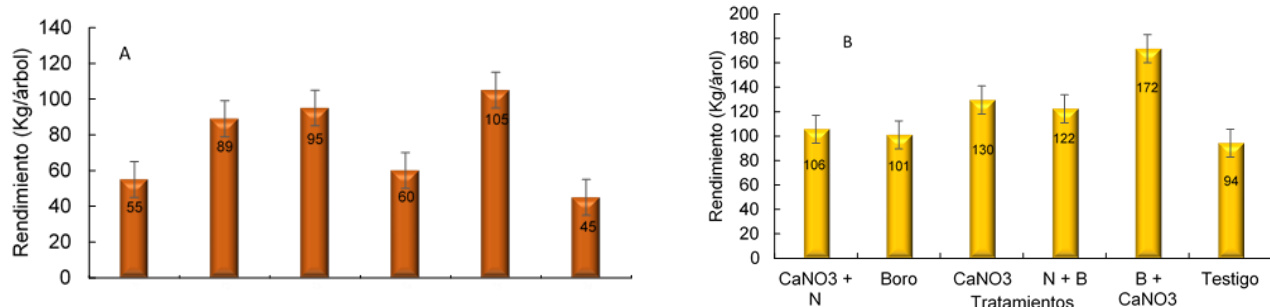
Se llevó a cabo en Nayarit (dos experimentos) y Guerrero (un experimento) en el cultivar 'Ataulfo'. En Nayarit, se seleccionaron huertos con alta incidencia de frutos partenocárpicos o mango niño (80 %) ubicados en el municipio de Tepic (localidad 5 de Mayo) y San Blas (Localidad Cofradía y Las Palmas).

**Experimento 1.** Se aplicaron diversos tratamientos en plena floración y 15 días después, en función de la combinación de nutrimentos que favorezcan polinización y fecundación como nitrógeno, boro y calcio. Los tratamientos fueron los siguientes: T1, calcio + nitrógeno; T2, boro, T3, calcio; T4, nitrógeno + boro; T5, boro + calcio y T6, testigo (sin aplicación de nutrientes). Todos los nutrientes fueron aplicados al 1 % realizando dos aplicaciones, una en plena floración y otra a los 15 días después de plena floración (cuajado de fruto; frutos entre 4 y 5 mm de longitud).

### Resultados

Los resultados de dos años en nutrición, indican que esta tiene un efecto positivo en la producción de frutos con semilla y se muestra una tendencia a disminuir la incidencia con la aplicación foliar de Boro + Calcio en dosis de 1 % en plena floración y cuajado de frutos (15 días después de plena floración). Se observó además un incremento en el peso fresco de frutos partenocárpico (21%), así como en los de semilla (10%).

Se concluye que, dos aplicaciones de calcio + boro asperjado al follaje, una en plena floración y la segunda 15 días después (cuajado de fruto), incrementan la producción de frutos polinizados y mejorar el tamaño de los partenocárpicos.



Rendimiento obtenido en kg de frutos polinizados en árboles de mango 'Ataulfo' por efecto de la nutrición en 2018 (A) y 2019 (B).



**Experimento 2.** Estrategias sustentables de reemplazo fisionutricional para aumentar tamaño de fruto en mango ‘Ataulfo’ polinizado y partenocárpico. Se trabajó en mango ‘Ataulfo’ con riego, en las localidades de 5 de Mayo y Cofradía, Mpio. de San Blas, en plantaciones 5 X 4 y 10 X 10 m, 5 y 20 años de edad, pH neutro (7.1) y ligeramente ácido, respectivamente.

**Resultados**

Se logró mayor incremento en tamaño, peso y calidad de fruto polinizado y partenocárpico con dos alternativas 1) abono orgánico mixto cuya fuente es lombricomposta enriquecida tipo bocashi, identificado como Balmix: cuatro aplicaciones de lixiviado al 15 %, a partir de fruto cerillo, en aplicación quincenal + dos aplicaciones quincenales del abono sólido, 2 kg por árbol, a partir de la primera del lixiviado, y 2) Complejo de aminoácidos y nutrientes identificado como Aminoác cR, en dosis de 1.5 L ha<sup>-1</sup>; cuatro aplicaciones, una por quincena, a partir de fruto cerillo. Con estas mismas aplicaciones, la incidencia de fruto polinizado fue de 71 y 81 % y la de partenocárpico se identificó en 19-29 %.

**Experimento 3.** En Guerrero, el trabajo se realizó en una huerta comercial del cv. Ataulfo con alta incidencia de frutos partenocárpico (>80 %), en el municipio de Atoyac, en la región de la Costa Grande. Los tratamientos fueron: manejo integrado de mango (MIM1), manejo integrado modificado (MIM2), manejo del productor el Testigo, en los dos primeros tratamientos la nutrición fue un punto clave.

**Resultados**

El mejor tratamiento fue MIM1 con mayor número de frutos con semilla (46,600) y con rendimientos de 19,942 kg ha<sup>-1</sup>. MIM1 incluyó la aplicación de fertilizante hidrosoluble de N, P, K y Mg con la fórmula 30-13-20-6 fraccionado en dos aplicaciones, prefloración y crecimiento de futo; dolomita (Ca 53% y Mg 44%) 500 kg ha<sup>-1</sup>; fertilizante foliar, 2 L ha<sup>-1</sup> del micronutriente quelatado de boro, con dos aplicaciones; dos aspersiones de fosfonitrato al 2 % durante la prefloración; manejo de plagas y enfermedades con siete aplicaciones de fungicidas e insecticidas químicos.

Producción de frutos polinizados (POL) y partenocárpico (PRT) ha<sup>-1</sup> bajo tres tipos de manejo

TRATAMIENTOS <sup>1</sup>	POL			PRT				
	No. ha <sup>-1</sup>	Kg ha <sup>-1</sup>		No. ha <sup>-1</sup>	Kg ha <sup>-1</sup>			
MIM1	46,600	a <sup>2</sup>	19,942	a	62,240	b	10,166	b
MIM2	26,540	b	10,920	b	59,400	b	9,702	b
Testigo	15,680	b	5,994	b	88,320	a	14,426	a

<sup>1</sup>Manejo integrado (MIM1), manejo integrado modificado de mango (MIM2) y Testigo; <sup>2</sup>Valores con misma letra son estadísticamente iguales (P≤ 0.05)