SADER
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

Mango.org

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

INFORME FINAL

ESTRATEGIAS PARA EVITAR FLORACIÓN IRREGULAR Y MODIFICAR LA ÉPOCA DE COSECHA DEL MANGO PARA EXPORTACIÓN, MEDIANTE UN MANEJO INTEGRADO

RESPONSABLE TÉCNICO: Dra. María Hilda Pérez Barraza
COLABORADORES: Dra. Irma Julieta González Acuña
M.C. Arturo Álvarez Bravo
Dr. José Joaquín Velázquez Monreal

Noviembre de 2021

Título: Estrategias para evitar floración irregular y modificar la época de cosecha del mango para exportación, mediante un manejo integrado

Duración del proyecto:

Fecha de inicio: 1º de junio de 2018 Fecha de término: 30 de septiembre de 2021

Responsable Técnico: Dra. María Hilda Pérez Barraza

Colaboradores: Dra. Irma Julieta González Acuña

M. C. Arturo Álvarez Bravo

Dr. José Joaquín Velázquez Monreal

Introducción

El principal problema que tiene el Sistema Producto Mango es la incertidumbre de las condiciones ambientales, pues a ellas se atribuye la baja productividad de los cultivares, principalmente la temperatura y humedad, que prevalecen durante el proceso de formación de flores dando lugar a floraciones irregulares. Existen investigaciones en el contexto mundial que documentan el efecto positivo de inhibidores de giberelinas para obtener una floración regular y cosecha adelantada, así como mejorar la producción de fruta en mango, tal es el caso del paclobutrazol que ha mostrado excelentes resultados en diferentes cultivares de mango (Singh y Bhattacherjee, 2005; Rodríguez *et al*., 2007), pero con posibles riesgos de contaminación, sobre todo si su uso es inadecuado. Actualmente otros inhibidores de la síntesis de giberelinas como prohexadiona de calcio (P-Ca), aplicado vía foliar ha sido eficiente en regular el crecimiento vegetativo en mango 'Tommy Atkins' y 'Kent' (Do Carlos-Mouco *et al*., 2011) otros como el Uniconazol (UCZ), ha mostrado ser eficiente en reducir crecimiento vegetativo, adelantar floración e incrementar la producción de frutos en cultivares de mango como Alphonso (Gopu et al., 2017), Palmer (de Sousa et al., 2016) y Kent (Silva et al., 2010); en ambos reguladores las aplicaciones van dirigidas al follaje.

Por otro lado, la poda es necesaria para sincronizar la edad de los brotes que serán inducidos a florecer; además, mediante esta práctica es posible modificar la floración dependiendo de la época y severidad de la misma (Pérez *et al*., 2016, Davenport; 2006).

Con relación a la nutrición, la toma de decisiones se asocia con el conocimiento de la fisiología de la floración (Sandip *et al*., 2015). Algunos estudios reportan que la iniciación floral depende de mantener una alta relación C: N, mientras que una baja relación favorece el crecimiento vegetativo. Así, en la iniciación floral es vital la reserva y disponibilidad de carbohidratos (Upreti *et al*., 2014). El uso de biorreguladores como las algas de uso agrícola, abonos orgánicos, aminoácidos, inductores de resistencia sistémica adquirida y bioinsumos en

general, así como la oportunidad de su aplicación, son alternativas sustentables y se evalúan como una alternativa para asegurar floración.

Objetivo General. Incrementar la productividad y calidad del mango para exportación mediante un manejo integrado que incluya poda, nutrición y el uso de reguladores de crecimiento amigables con ambiente y salud humana.

Objetivos específicos

Año1

1. Elucidar la acción de las giberelinas sobre la diferenciación de la yema floral.
2. Conocer la acción de los nitratos en latencia de las yemas y diferenciación floral del mago.
3. Determinar el efecto de la nutrición en la diferenciación floral.
4. Identificar la vulnerabilidad climática de los principales cultivares de mango para exportación.

Año 2

1. Validar un sistema o modelo de pronóstico de condición para floración (antesis), amarre de fruto y de cosecha en diferentes cultivares mango, para prevención de riesgos de producción y decisiones en el manejo agronómico.
2. Determinar número y época de aplicación de inhibidores de la síntesis de giberelinas, solos o combinados, para asegurar una floración abundante y anticipada en mango, con el fin último de encontrar un sustituto efectivo a PBZ.
4. Establecer el efecto de la poda en combinación con nutrición en la floración del mango.
5. Evaluar el uso de bioestimulantes en complemento con la nutrición asociados a la demanda y fisiología del árbol, como parte de las alternativas sustentables para promover compactación de la floración y para modificar la época de cosecha en mango 'Ataulfo'

Año 3 (2020-2021)

Mismos objetivos del año 2.

Logros. De junio de 2018 a septiembre de 2021, las actividades realizadas fueron las siguientes:

Experimento 1) Caracterización climática, su variabilidad y sistema de pronóstico asociado a procesos de floración y cosecha en dos zonas productoras de mango en México.

Las regiones productoras de Nayarit y Colima, se definieron empleando el padrón georreferenciado del Sistema de Información Agroalimentario (SIAP). Así mismo, con datos de las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), se obtuvieron las variables meteorológicas a nivel diario de temperatura máxima, mínima y precipitación de la última

climatología (1981-2017). Con el motor de base de datos Access Versión 10 se organizó la información, caracterizando cada variable con gráficas de caja en el Software Minitab versión 17. Con los datos de la caracterización se diseñó la plataforma informática que brindará el pronóstico climático y la recomendación para el manejo del cultivo en función de las condiciones ambientales.

Experimento 2) Giberelinas y su efecto en la inducción y diferenciación floral (estado de desarrollo reproductivo de la yema apical).

Durante 2018 -2020 se realizan dos experimentos, uno en el cultivar Kent en Nayarit y el otro en Tommy Atkins en Colima. Para evaluar el desarrollo reproductivo de la yema apical, se utilizó la escala generada por Pérez *et al*., (2009) donde E 1 corresponde a yema vegetativa, E 2, iniciación floral, E 3 Yema determinada a floración y E 4 yema diferenciada.

Para Nayarit, los tratamientos se muestran en el Tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos evaluados en el cultivar Kent en Nayarit

Núm. de Tratamiento	Regulador	Dosis ($mg \cdot L^{-1}$)	Aplicaciones		Tipo Poda
			01/dic	15/dic	
1	AG_3*	25	X	X	
2	AG_3*	50		X	
3	AG_3*	50	X	X	
4	AG_3 + poda**	25	X		Ligera
5	AG_3 + Poda**	50	X		Severa
6	Testigo				

*Poda ligera después de cosecha (despunte de 25 cm)

Los árboles de Kent fueron podados el 9 de agosto de 2018 con poda ligera, aprox. 20 cm de longitud del ápice del brote al centro del árbol, a excepción de los árboles de los tratamientos 4 y 5 con aplicación de 25 $mg \cdot L^{-1}$ de AG_3 mas poda ligera (20 cm) y severa (50 cm) un mes después de la poda de agosto y el testigo absoluto que no tuvo poda ni aplicación de AG_3.

De 2028 a 2020, en Colima se evaluaron en Tommy Atkins cinco tratamientos a base de giberelinas (Tabla 2), además se incluyó un testigo.

Tabla 2. Tratamientos evaluados en el cultivar Tommy Atkins en Colima

Núm. de Tratamiento	Regulador	Dosis ($mg \cdot L^{-1}$)	Aplicaciones		Tipo Poda
			20/nov	5/dic	
1	AG_3*	50	X	X	productor
2	AG_3*	100		X	productor
3	AG_3*	100	X	X	productor
4	AG_3 + poda**	50	X		Ligera
5	AG_3 + Poda**	100	X		Severa
6	Testigo				productor

En el periodo de 2020 a 2021, en Nayarit y dado los resultados nulos obtenidos en el cv. Kent, los tratamientos a base de giberelinas fueron evaluados en el cv. Tommy Atkins, utilizando las dosis empleadas para este cultivar en Colima. Durante ese mismo periodo, en Colima se cambió del cultivar Tommy Atkins al cv. Ataulfo.

Experimento 3) Nitratos y su relación con latencia de yemas y diferenciación floral.

Este trabajo se desarrolló de 2018 a 2019 en Nayarit en los cultivares, Ataulfo y Kent. En ambos cultivares se evaluaron diferentes tratamientos a base de nitratos (Nitrato de calcio, Fosfonitrato y Nitrato de potasio). En 'Ataulfo', todos los árboles fueron podados el 8 de agosto de 2018 con poda de despunte, aprox. 40 cm de longitud del ápice del brote al centro del árbol. Además de la aplicación de nitratos, se evaluaron árboles con aplicación de PBZ como testigo estándar y árboles sin aplicación de nitrato, ni PBZ como testigo absoluto.

En Kent todos los árboles fueron podados con despunte ligero de aproximadamente 20 cm de longitud del ápice del brote al centro del árbol y a diferencia de experimento con 'Ataulfo', solo hubo el testigo absoluto sin la aplicación de nitratos.

Experimento 4. Estudio de inhibidores de giberelinas, como alternativa al PBZ y su efecto en el proceso de floración en cultivares de mango.

El estudio se llevó a cabo en Nayarit y Colima en los cultivares Tommy Atkins y Ataulfo, respectivamente, durante el periodo de 2018 al 2021.

Se estudiaron dosis, número y época de aplicación de reguladores de crecimiento que inhiben la síntesis de giberelinas como una alternativa a PBZ, entre ellos, prohexadiona de calcio (P-Ca), y Uniconazol (UCZ), su uso fue mediante aspersión al follaje. Se utilizó el PBZ como un testigo estándar, aplicado al suelo; además, de un testigo absoluto (manejo del productor; sin regulador). En algunos casos, se estudió la combinación entre inhibidores con la finalidad de mejorar o intensificar la respuesta en la floración (Tabla 3). Las aplicaciones tanto al follaje como al suelo se llevaron a cabo después de la emisión del segundo flujo de crecimiento vegetativo emergido después de la poda de producción.

Tabla 3. Tratamientos para Tommy Atkins en Nayarit y Ataulfo en Colima.

Núm. de Tratamiento	Regulador	Dosis ($mg \cdot L^{-1}$)	Núm. de aplicaciones y época (DDP)*		
			15	30	45
1	P-Ca	500	X	X	X
2	P-Ca	1500			X
3	P-Ca + UCZ	750 + 500	X	X	X
4	P-Ca + UCZ	750 + 250	X	X	X
5	UCZ	1000	X	X	X
6	PBZ **	2500			X
7	Testigo				

*DDP, días después de la poda. **Aplicado al suelo, el resto de tratamientos fueron asperjados al follaje

De 2020 a 2021, se incluyó dentro de los tratamientos el Cycocel en dosis de 1000 mg L^{-1} en tres aplicaciones.

Experimento 5) Efecto de la poda y nutrición en el proceso de floración en cultivares de mango.

5.1. Época e intensidad de la poda en floración y producción del mango 'Ataulfo'. Los tratamientos de poda para Ataulfo fueron:

Fechas de Poda: Temprana (inmediatamente después de cosecha), intermedia (dos meses después de la primera poda), tardía (dos meses después de la segunda) y testigo sin poda.

Severidad o intensidad de poda: Poda ligera, despunte de 50 cm del ápice del brote hacia el centro de la copa y poda severa, despunte de 75 cm del ápice del brote hacia el centro del árbol.

5.2. Estrategias nutricionales y de manejo integral sustentable para inducción y diferenciación floral en mango 'Ataulfo' en Nayarit. Los tratamientos se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Tratamientos evaluados como estrategias nutricionales

No.	Tratamiento
1	Orgánico
2	algas + protocitoquininas + nutri 1
3	algas + protocitoquininas + nutri 2
4	Tratamiento 2 + orgánico
5	Tratamiento 2 sin poda
6	Nitrato de K
7	Nitrato de Ca
8	Testigo productor

Excepto T5, el resto de los árboles fueron podados

Excepto Testigo, todos los tratamientos incluyen manejo integrado sustentable: poda, aplicación de bioestimulantes orgánicos al suelo, aplicación de Ca y B quelatado foliar y control sustentable de plagas y enfermedades.

RESULTADOS FINALES

Experimento 1) Caracterización climática, su variabilidad y sistema de pronóstico asociado a procesos de floración y cosecha en dos zonas productoras de mango en México.

Se logró la caracterización climática de las zonas productoras de mango en Nayarit y Colima, se utilizaron los datos de las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

La Figura 1A describe la climatología desde 1981 para Nayarit, se identificaron los meses más cálidos (mayo y junio con temperatura máxima media mensual superior a los 35°C), los más frescos (enero a marzo con temperatura mínima por debajo de los 15°C), los más secos (marzo a mayo con precipitaciones medias mensuales menores a 15 mm) y los más húmedos (julio a septiembre con lluvia entre los 350 a los 450 mm media mensual). El promedio de precipitación anual es de casi 1500 mm, la media de temperatura máxima de 33.7°C y la temperatura mínima de casi 19°C.

En la Figura 1B, se muestra el comportamiento de la precipitación a nivel mensual en la región productora de mango de Nayarit, observando dos diferentes estacionalidades (verano e invierno), en invierno la fase El Niño, es más lluviosa en contraste con la fase La Niña que presenta un ambiente más seco. En verano, se observa un comportamiento contrario al invierno según la fase del ENSO, es decir, los meses bajo la influencia de la fase La Niña son más lluviosos que los meses con fase El Niño y Neutro.

Respecto a la temperatura, en invierno, particularmente diciembre, enero y marzo cuando están en fase La Niña las temperaturas son más frescas bajando hasta los 13°C (en este periodo se presenta la floración de mango y puede ser el responsable de las condiciones adversas para esta importante etapa fenológica). Mientras que las fases El Niño o Neutro presentan mejores condiciones de temperatura mínima cercanas a los 15°C (Figura 2A). En lo que respecta a la temperatura máxima media mensual, para los inviernos bajo la fase El Niño se observan los registros más bajos de esta variable meteorológica desde diciembre hasta marzo, en contraste con los valores de la fase La Niña siempre más altos, llegando hasta los 2°C de diferencia entre ambas fases (Figura 2B).

La caracterización climática en Colima se muestra en la Figura 3A, se puede identificar los meses más cálidos, los más frescos; así como los más secos y húmedos. El promedio de precipitación anual es de casi 850 mm, la media de temperatura máxima de 33.8°C y la temperatura mínima de casi 20°C. En la Figura 3B, se muestra que en los inviernos en fase El Niño son más lluviosos que los meses en fase La Niña (similar condición que en Nayarit).

En la Figura 4A se observa como las diferentes fases del ENSO afectan la temperatura mínima. En invierno (diciembre a marzo) cuando están en fase La Niña las temperaturas son

más frescas descendiendo entre 15 a 18°C. Mientras que las fases El Niño o Neutro presentan condiciones de temperatura mínima superiores a la fase La Niña (desde los 16 y hasta 19°C). Es muy peculiar el comportamiento de la temperatura máxima en Colima (Figura 4A). Para los inviernos bajo la fase El Niño se observan los registros más altos (en comparación con las otras fases) en diciembre y enero, febrero en fase El Niño es más fresco que en fase La Niña y en marzo resalta la fase Neutro como el valor más alto (33.7°C).

Se diseñó la plataforma informática que brinda el pronóstico climático y la recomendación para el manejo del cultivo en función de las condiciones ambientales.

El sistema de consulta empleó dos insumos importantes para el pronóstico estacional:

1. La condición de ENSO en la región 3.4 del océano pacífico ecuatorial https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/.
2. Los modelos fenológicos (desarrollo floral, de inicio de diferenciación hasta antesis y amarre de fruto) así como la tecnología validada por el INIFAP para el manejo integrado de la copa, la floración y el incremento del amarre y tamaño de fruto.

Al combinar estas tecnologías es posible emitir una alerta sobre las posibles condiciones climáticas futuras (en el otoño-invierno próximos) con el fin de recomendar acciones para evitar floración errática, bajo amarre de fruto o mayor incidencia de frutos partenocárpicos (mango niño). Los antecedentes y recomendaciones se observan en la Figura 5.

El pronóstico se actualiza cada mes, para las tres regiones productoras de mango en el estado de Nayarit:

Experimento 2). Giberelinas, y su efecto en la inducción y diferenciación floral (estado de desarrollo reproductivo de la yema apical).

Para evaluar el desarrollo reproductivo de la yema apical, se utilizó la escala generada por Pérez *et al.* (2009) donde E 1 corresponde a yema vegetativa, E 2, iniciación floral, E 3 Yema determinada a floración y E 4 yema diferenciada.

Los resultados obtenidos de 2019 a 2020, se muestran en la Tabla 5. En 2019, las yemas quedaron vegetativas (Estado 1) en brotes tratados con poda y AG_3; mientras que, en el testigo con poda se alcanzó un estado de desarrollo entre 2.5. con a un bajo porcentaje de yemas diferenciar (18.8%). Caso contrario; en el testigo absoluto se logró un Estado de desarrollo más avanzado (3.8) alcanzando un porcentaje de yemas diferenciadas de 85 %. Lo anterior condujo a una floración de 0 % y 12 % en árboles con AG_3 y testigos con poda, respectivamente y de 87 % en árboles que no fueron podados ni aplicados con AG_3.

Los resultados obtenidos en floración se reflejaron en el rendimiento, es por ello que en los tratamientos con giberelinas no hubo producción de fruta debido a que este regulador, aunado a la poda de los árboles, no favoreció la diferenciación ni brotación floral como se mencionó anteriormente. Los árboles sin AG_3 pero con poda ligera presentaron una producción de apenas 4 kg/árbol; mientras que, el testigo absoluto (sin poda y sin AG_3) produjo casi 47 kg

En 2020, a pesar de haber eliminado los tratamientos con poda, la diferenciación y el porcentaje de floración fueron nulos y por ende no hubo producción de fruta durante este ciclo.

En el primer año, las giberelinas (AG_3) no favorecieron la diferenciación floral y tampoco la floración, con excepción de testigo absoluto (sin poda y sin AG_3). Lo anterior puede ser atribuido al efecto de las giberelinas (GAs), pues se sabe que éstas generalmente inhiben la floración promoviendo crecimiento vegetativo a expensa del reproductivo, aunque depende de la dosis y etapa fenológica de aplicación (Boss *et al*., 2004; Wilkie *et al*., 2008); según Davenport (2007) GAs actúan como un promotor vegetativo en mango más que inhibidor de floración; no obstante, en los árboles testigo que no recibieron poda ni fueron aplicados con AG_3, la floración fue mayor al 80%, lo que indica que la simple poda, aunque ligera, tuvo también un efecto negativo en la diferenciación floral de este cultivar. Los resultados obtenidos no coinciden con los obtenidos por Vázquez y Pérez (2006) en el cultivar Ataulfo, donde reportan una floración y cosecha abundante y un retraso en la cosecha de 6 semanas, con dos aplicaciones de 50 mg L^{-1} de AG_3; no obstante, en este estudio los árboles de 'Ataulfo' no fueron podados.

En un segundo año (2020), nuevamente los resultados con giberelinas fueron nulos; incluso, en este año ni los testigos florecieron. Aunado a la aplicación de giberelinas, las condiciones de temperatura y humedad durante octubre, noviembre y parte de diciembre no fueron favorables para que se llevara a cabo una adecuada diferenciación y una casi nula floración presentándose de una o dos inflorescencias en solo dos árboles de un tratamiento. Por este

motivo, en este experimento no hubo producción de frutos significativa en ninguno de los tratamientos.

En tercera y última etapa (2020-2021) el experimento se estableció con el cultivar Tommy Atkins, dado los resultados negativos obtenidos en años anteriores en 'Kent'.

El desarrollo de la yema alcanzó un Estado de 3.7 y 3.8 en promedio en árboles tratados con giberelinas, lo que indica que un buen número de yemas se convirtieron en reproductivas aun con la aplicación de giberelinas. En árboles testigo (sin giberelinas) las yemas muestreadas lograron un Estado 4 de desarrollo; es decir, todas diferenciaron convirtiéndose en reproductivas. Estos resultados se reflejaron en un alto porcentaje de yemas diferenciadas, donde los tratamientos con giberelinas lograron entre un 85 y 95 %; mientras que en árboles testigo el 100 % de las yemas muestreadas se convirtieron en reproductivas (Tabla 6).

Respecto al porcentaje de floración, este varió de 78 a 85 % en árboles con AG_3, y el testigo alcanzó un 100 % de floración. La dosis alta de giberelina (100 mg L^{-1}) en dos aplicaciones ocasionó una menor floración en los árboles; no obstante, el porcentaje alcanzado fue de más del 70 %, lo que se considera suficiente para una buena producción de fruta.

El tiempo transcurrido de la última aplicación de giberelinas hasta alcanzar plena floración fue de 65 días en árboles testigo y de aproximadamente 85 días en los tratados con giberelinas, mostrando un retaso en la floración alrededor de 20 días respecto al testigo.

Los árboles aplicados con giberelinas en sus diferentes dosis, no fueron afectados ni en la diferenciación ni en la floración logrando una floración intensa de más de 80 % con las dosis 50 mg L^{-1} (2X) y 100 mg (1X) y de 78 % con 100 mg (2X). Lo que indica, que se logró retrasar en 20 días aproximadamente el 80 % de la floración con la aplicación de giberelinas. Esto fue posible también por las temperaturas bajas (< 20°C) que prevalecieron durante los meses de enero y marzo que ocasionaron que un buen porcentaje de yemas se convirtieran en reproductivas dando lugar a la floración; lo que significa que el efecto de las giberelinas estuvo en función de las condiciones de clima favorables como lo menciona Boss *et al*. (2004) y Wilkie *et al*. (2008).

Respecto al rendimiento, el número de fruto árbol^{-1} varió entre 337 y 413 frutos. Los árboles del tratamiento con dos aplicaciones de AG_3 (50 mg L^{-1}) tuvieron el mayor número de frutos respecto al tratamiento AG_3 100 mg L^{-1} (1X) y testigo (Tabla 7).

Con relación a los kg de fruta por árbol no hubo diferencias entre tratamientos a excepción del tratamiento con una aplicación de AG_3 en dosis de 100 mg L^{-1} que presentó el menor rendimiento con aproximadamente 124 kg. El resto de tratamientos produjeron entre 136 y 152 kg árbol^{-1} (Tabla 7). En la época de cosecha, todos los tratamientos con AG_3 retrasaron la misma entre 15 y 20 días respecto al testigo.

Los resultados obtenidos en el rendimiento, tanto en el número como en los kg de fruta por árbol, indica que las giberelinas no afectaron o no fueron antagónicas a la floración ya que de

acuerdo con Boss et al. (2004) y Davenport (2007) las giberelinas son antagónicas a la floración por ser el promotor vegetativo; no obstante, Wilkie et al. (2008) menciona que el efecto dependerá de la dosis aplicada y la etapa fenológica; además, deben prevalecer temperaturas inductivas (nocturnas < de 20°C) para que se estimule una floración retrasada. Por tanto, las temperaturas bajas (< 20°C) presentadas durante el periodo de enero y febrero favorecieron una floración retardada y por lo tanto un retraso en la cosecha entre 2 y casi 3 semanas, lo que favorece el precio del producto por una cosecha fuera de temporada.
El tamaño del fruto no fue afectado por las giberelinas variando entre 352 y 369 g, no hubo diferencias entre longitud y diámetro con un promedio de 9.3 y 7.8 cm, respectivamente.

Resultados con la aplicación de AG3 en el cv Tommy Atkins en Colima.

Los resultados obtenidos en el primer año (2019) en el porcentaje de yemas diferenciadas y floración se muestran en la Tabla 8. Se aprecia que el tratamiento con AG_3, 100 mg·L^{-1} (dos aplicaciones) tuvo el mayor porcentaje de desarrollo de yemas florales (70%) y además registró el menor porcentaje de yemas inactivas, el tratamiento con AG_3, 100 mg·L^{-1} + poda severa tardía, presentó el menor porcentaje de yemas florales con 15 % siendo diferente estadísticamente a los tratamientos 2 y 3. Se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos en el porcentaje de floración total, donde los árboles del tratamiento 2 (AG_3 100 mg·L^{-1}, 1 aplicación) sobresalen con una floración de casi 90 %; siendo estadísticamente iguales a los tratamientos 3 y 1 (AG_3 100 mg·L^{-1}, 2 aplicaciones y AG_3 50 mg·L^{-1}, 2 aplicaciones). El testigo floreció 65 % y el resto (tratamientos 4 y 5) fueron los de menor floración. Estos resultados coinciden con el porcentaje de yemas que diferenciaron. Los tratamientos con giberelinas alcanzaron la máxima floración entre 77 y 95 días después de la última aplicación de giberelinas logrando un retraso de 18 hasta 36 días con respecto al testigo y un porcentaje entre 48 y 89 % (5 – 20 de febrero), en esta época el porcentaje obtenido en los árboles testigo fue casi nulo, debido a que cerca del 60 % floreció a principios de enero.
En 2020, se eliminaron los tratamientos de poda por afectar fuertemente la diferenciación de yema apical y la floración. No obstante, en este segundo año, el porcentaje de yemas que diferenciaron fue muy bajo entre los tratamientos, independientemente de la aplicación de AG_3, el porcentaje varió entre 20 y 35 %. Esto dio lugar a una baja floración entre 22 y 43 % entre los tratamientos. Los resultados obtenidos en la segunda evaluación, muestran un año de floración irregular por que las condiciones de temperatura (>20°C) no fueron favorables para que la mayoría de las yemas se convirtieran en reproductivas, aunado a la aplicación de AG_3.
En la Tabla 9 se muestran los resultados del rendimiento durante 2019 y 2020. En 2019 el tratamiento 1 (AG_3, 50 mg L^{-1} dos aplicaciones) fue el de mayor rendimiento (559 Kg) por encima del testigo (488 kg), siendo el tratamiento 2 (AG_3, 100 mg·L^{-1} poda del productor) el

menos sobresaliente (396 kg). En este último tratamiento debe considerarse que además de haber sido la dosis más alta de giberelinas que se aplicó se hizo en solo una ocasión en la segunda fecha en que se aplicaron los tratamientos con este regulador. La mayoría de la producción del testigo se cosechó al menos una semana más temprano que el resto de los tratamientos. En 2020, el rendimiento osciló entre 55 y 100 Kg árbol^{-1}, muy por abajo del rendimiento obtenido un año anterior. El rendimiento del árbol está relacionado con la floración irregular obtenida por falta de condiciones inductivas, aunado a la aplicación de giberelinas.

En el primer año de resultados, se obtuvo un retraso en la floración entre 18 y 36 días en la mayoría de los tratamientos con giberelinas y a diferencia de los resultados en Nayarit, la aplicación de giberelinas no inhibió la diferenciación ni brotación floración, logrando un rendimiento bastante considerable y ligeramente retrasado; aunque en este estudio se trabajó con el cultivar Tommy Atkins y en Nayarit con Kent. Pero el segundo año no hubo efecto de los tratamientos.

En la última etapa del proyecto 2020-2021, los tratamientos se aplicaron en el cultivar Ataulfo por dos razones; primero por los resultados de dos años que no fueron consistentes en 'Tommy Atkins' y segundo porque el huerto ya no estuvo disponible. Se aplicaron los mismos tratamientos que en 'Tommy Atkins'; además de dos testigos, uno en árboles con floración al inicio del experimento (sin giberelinas) y el segundo consistió en árboles sin floración y sin giberelinas.

Los resultados sobre diferenciación de la yema apical y floración se muestran en la Figura 6. Los tratamientos 1 (Giberelinas 50 ppm, 2X), 2 (Giberelinas 100 ppm, X), y 3 (Giberelinas 100 ppm, 2X) tuvieron 50, 39.3 y 35.7% de yemas diferenciadas, en tanto que el testigo 1 (sin floración al inicio del experimento y sin giberelinas) casi un 60% y por arriba del 80% el testigo 2 (con floración al inicio del experimento, sin giberelinas).

La floración varió entre 18 y 76 %, los tratamientos con mayor porcentaje fueron aquellos donde no se aplicó giberelinas, ya que estas favorecieron el desarrollo vegetativo en mayor porcentaje que el reproductivo en mango Ataulfo.

En general, por el efecto de las giberelinas se obtuvo un retraso en la floración en los árboles, siendo también mayor la reducción en la floración conforme la dosis aplicada de giberelinas fue más elevada. Resultando no adecuado ninguno de los tres tratamientos con giberelinas ya que el retraso de la floración en ellos fue de 32 y 21 días (Figura 7) cuando se calculó con base al testigo con floración al inicio (Tratamiento 5) y al testigo con floración posterior ((Tratamiento 4), respectivamente. Pero, aparte del retraso fue marcada la disminución de la floración que ocurrió en los árboles tratados. Además de ello, dado que el productor hizo una poda general a finales de octubre de 2021 no es posible saber si ello tuvo algún efecto adicional en la respuesta de los árboles a las giberelinas.

En la Figura 8 se observa que el rendimiento varió entre 9.6 y 84.5 kg de fruta/árbol, valores que correspondieron al tratamiento 2 (Giberelinas 100 ppm, 1X) y tratamiento 4 (testigo), respectivamente. En los tratamientos con giberelinas se logró un retraso en la cosecha de 32 días respecto al testigo (Tabla 7); sin embargo, la producción fue afectada al reducir los kg de fruta por árbol

Experimento 3) Nitratos y su relación con latencia de yemas y diferenciación floral.

Este trabajo se desarrolló en los cultivares Ataulfo y Kent en Nayarit durante el primer año de estudio, 2018-2019. En 'Ataulfo' Todos los árboles fueron podados el 8 de agosto de 2018 con poda de despunte, aprox. 40 cm de longitud del ápice del brote al centro del árbol. Además de la aplicación de nitratos, se evaluaron árboles con aplicación de PBZ como testigo estándar y árboles sin aplicación de nitrato, ni PBZ como testigo absoluto.

Cultivar Ataulfo. El porcentaje de yemas diferenciadas varió entre 8 y 30 % en árboles donde se aplicó nitrato; el testigo absoluto tuvo 13 % y un 67 % en árboles con aplicación de PBZ usado como testigo estándar (manejo del productor). Por otro lado, el porcentaje de yemas inactivas fue de 35 hasta 71 %, lo que condujo a una floración irregular en la mayoría de los tratamientos, con excepción de los árboles con PBZ que alcanzarán un porcentaje de floración de 81 % (Tabla 10).

Respecto al rendimiento, los árboles tratados con nitrato y el testigo absoluto, no presentaron diferencias significativas entre ellos y la producción varió de 15 a 20 frutos/árbol con un rendimiento entre 3.9 y 5.5 kg, lo que refleja la pobre floración obtenida en estos tratamientos. Contrario a esto, los árboles del testigo estándar (con poda + PBZ) tuvieron una de producción mayor que el resto de tratamientos, el número de frutos supero casi 5 veces más y el rendimiento se incrementó por arriba del 80 % (Tabla 11). En el tamaño de fruto no hubo diferencias significativas con un peso entre 261 y 264 g.

Cultivar Kent. Todos los árboles fueron podados con despunte ligero de aproximadamente 20 cm de longitud del ápice del brote al centro del árbol y a diferencia de experimento con 'Ataulfo', solo hubo un testigo sin la aplicación de nitratos. Los resultados fueron similares a los obtenidos en 'Ataulfo', solo que en esta variedad el testigo fue absoluto sin aplicación de nitratos ni PBZ.

La diferenciación floral fue baja, de cero a 8 %, resultando en una baja o nula floración, efecto que se reflejó en el rendimiento. La producción de fruta fue similar entre los tratamientos a excepción del testigo sin poda que superó con una producción de casi 47 kg/árbol al resto de los tratamientos, en estos últimos la producción varió de 0 hasta 4 kg/árbol (Tabla 12). En el mismo Cuadro se observa el peso promedio de fruto, siendo mayor en árboles sin nitratos y con poda ligera (535 g), los de menor peso fueron aquellos tratados con fosfonitrato con 376 g. Resultados similares se obtuvieron en la longitud y diámetro del fruto (Figura 9).

Los resultados anteriores muestran que los nitratos no modifican la diferenciación de la yema terminal en ninguno de los cultivares. Aunque, la poda aplicada a los árboles en ambos experimentos, también tuvo un efecto negativo al inhibir la diferenciación de la yema terminal, ya que los árboles sin nitrato, pero con poda, tampoco mostraron yemas diferenciadas. Contrario a estos resultados, algunos estudios muestran que la poda combinada con aspersiones al follaje de nitrato de potasio en dosis desde 1 hasta 4%, tienen un efecto positivo

en el adelanto de floración, así como en el incremento del número de inflorescencias y la producción de fruta en cultivares de mango como Alphonso (Reddy y Kurian, 2012), Irwin y Tommy Atkins (Quijada *et al*., 2009); aunque los autores no mencionan que tipo de poda realizaron, respecto a la severidad de la misma.

Por otro lado, los árboles de 'Ataulfo´ donde se aplicó PBZ y no nitratos, mostraron un alto porcentaje de yemas diferenciadas lo que condujo a una floración abundante a pesar de haber sido podados. Estos resultados coinciden con los obtenido en mango 'Uba', donde se reportan resultados positivos en adelanto de floración y un incremento en la producción de inflorescencias, sin afectar calidad de fruto, al combinar la poda de despunte y paclobutrazol (PBZ) (Pereira *et al.,* 2017). Mientras que en el cultivar Raspuri, el uso de poda y PBZ adelantaron la floración e incrementaron la floración y productividad de este cultivar (Srilatha and Reddy, 2015).

Experimento 4. Estudio de inhibidores de giberelinas, como alternativa al PBZ, y su efecto en el proceso de floración en cultivares de mango.

Resultados en Nayarit cv. Tommy Atkins

Durante 2018-2019, este trabajo se llevó a cabo en un huerto comercial de 'Tommy Atkins' de 6 años de edad, establecido en alta densidad (1333 árboles por ha; 3 x 2.5 m) y bajo un sistema de setos. Todos los árboles fueron podados con un despunte ligero después de la cosecha de 2018.

Los resultados obtenidos en el proceso de floración por efecto de inhibidores de giberelinas se muestran en la Tabla 13. Se presentaron dos flujos de floración, el primero en la segunda quincena de febrero y el segundo en la primera quincena de abril.

Se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de floración en los diferentes flujos y floración total. En el primer flujo, el porcentaje de floración varió de 0.3 a 57 %, los árboles con una aplicación (1X) de PBZ (2500 mg L^{-1}) tuvieron el mayor porcentaje, seguido de los árboles aplicados con P-Ca en sus diferentes dosis y aquellos tratados con UCZ 1000 mg L^{-1} en tres aplicaciones (3X). En este flujo, no se encontró un efecto positivo en el adelanto de la floración por efecto de los tratamientos a excepción de los árboles tratados con PBZ que mostraron siete días de adelanto respecto al testigo; aunque este no es significativo, ya que 7 días de adelanto fácilmente se pierden al momento de la cosecha.

En el segundo flujo, sobresalen los tratamientos a base de P-Ca (1500 mg L^{-1}; 1X) y P-Ca + UCZ (750+250 mg L^{-1}; 3X) con 49 % de floración, seguido por el tratamiento con UCZ (1000 mg L^{-1}; 3X) con 32 %, en este flujo la floración de los árboles con PBZ fue casi nula (9 %). La suma de los dos flujos, condujo a una floración total entre 35 y 72 %, donde los árboles tratados con P-Ca + UCZ (750+250, 3X) y sin regulador (testigo) florecieron menos que el resto de los tratamientos. El mayor porcentaje fue en árboles con P-Ca 1500 (72 %); aunque, los árboles tratados con PBZ tuvieron el mayor porcentaje en el primer flujo anticipándose 51 días al resto de los tratamientos, con relación al segundo flujo.

Un aspecto relevante en este trabajo es la alta densidad y el manejo en setos en que se encuentra el huerto; lo anterior ocasionó un sombreo entre árboles y entre hileras a pesar de haber sido podados lo que contribuyó a una floración irregular en el primer flujo en los tratamientos, a excepción de PBZ. Pero debido a las condiciones de temperatura fresca, el resto de los tratamientos logró una segunda floración. Finalmente, a pesar de las condiciones de sombreo, la mayor intensidad de floración se obtuvo en árboles con P-Ca (1500 mg·L^{-1}, 1X) seguido de PBZ (2500 mg L^{-1}; 1X) y P-Ca + UCZ (750+250 mg·L^{-1}, 3X).

Respecto a la producción de fruta, la mayoría de los tratamientos a base de inhibidores de giberelinas superaron en el rendimiento al testigo e incluso a PBZ. Sobresalen los árboles donde se aplicó UCZ (1000 mg L^{-1}; 3X) y P-Ca + UCZ (750+250 mgL^{-1}; 3X) con mayor número

y kg de fruta/árbol, lo que condujo a un incremento de entre 40 y 66 % con relación a la producción de árboles tratados con PBZ y testigo (Figura 10).

Con relación al tamaño del fruto, el peso promedio varió de 562 a 642 g, este último valor corresponde a los frutos de árboles testigo. No se encontraron diferencias significativas en la longitud y diámetro.

Es importante señalar que el huerto donde se estableció el experimento sufrió de estrés hídrico durante el desarrollo del fruto del primer flujo de floración, afectando principalmente los árboles tratados con PBZ. El desarrollo del fruto del segundo flujo de floración transcurrió sin estrés hídrico, porque hubo disponibilidad de agua en ese periodo para el riego.

Durante el segundo y tercer ciclo de evaluación (2019-2020 y 2020-2021) y debido a los problemas con la disponibilidad de agua en el huerto de 'Tommy Atkins' ubicado en la Localidad de Sauta municipio de Santiago Ixcuintla, el experimento se estableció en el mismo cultivar y municipio, pero, en un huerto de 12 años de edad.

Los resultados obtenidos sobre el desarrollo de la yema apical y porcentaje de yemas diferenciadas se muestran en la Figura 11. En ambos años y variables, se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos. En el ciclo 2019-2020 en los tratamientos aplicados con inhibidor, las yemas evaluadas lograron un estado de desarrollo entre 4 y 5; mientras que el testigo alcanzó un Estado cercano al 3. Los resultados encontrados en el estado de desarrollo de la yema dieron lugar a un porcentaje de yemas diferencias mayor que los árboles testigo; a excepción del tratamiento con UCZ en dosis de 1000 mg L^{-1} (3X) que fue igual al testigo con un porcentaje de 55 y 40 % de yemas que alcanzaron la diferenciación floral, respectivamente (Figura 11A). En 2020-2021, los resultados fueron similares al ciclo anterior logrando un Estado de casi 4 en el desarrollo de la yema apical en todos los tratamientos con inhibidores; en el testigo las yemas alcanzaron un Estado de desarrollo de 3. El porcentaje de yemas diferenciadas fue muy superior en los mismos tratamientos superando ampliamente al testigo (Figura 11B).

El porcentaje de floración obtenido durante 2020 fue de 32 hasta 72 %, sobresale el tratamiento a base de P-Ca en dosis de 1500 mg L^{-1} (1X) que igualó al PBZ y superó al testigo, este último presentó una floración irregular de apenas 32 % (Figura 12). Se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de floración total en 2021, este varió de 35 a 91 %. Los árboles con inhibidor de giberelinas tuvieron mayor floración que los árboles testigos (sin regulador). Tres aplicaciones de UCZ (1000 mg L^{-1} c/u), tres de Cycocel (1000 mg L^{-1} c/u) y una de P-Ca (1500 mg L^{-1}), igualaron estadísticamente al paclobutrazol.

Los días (d) transcurridos después de la última aplicación del inhibidor hasta plena floración fueron de 162 en árboles con PBZ; mientras que en árboles testigo, la plena floración se alcanzó a los 173 d. Se observó un ligero adelanto de 11 días en la floración de los árboles

con PBZ, respecto al testigo, y de 6 y 7 días árboles aplicados con P-Ca 1500 (1X) y Cycocel 1000 (3X), pero estadísticamente no superaron al testigo.

Con relación al amarre inicial de frutos, evaluado a los 45 días después de plena floración, el número de frutos retenidos por inflorescencia varío de 8 a 15 frutos en 2020 y de 9 a 12 en 2021, sobresaliendo en 2020 el tratamiento a base de P-Ca 1500 mg L^{-1} (1X), seguido de cycocel, P-Ca + UCZ y uniconazol superando al testigo (Tabla 14). En 2021 los árboles tratados con cycocel tuvieron menor número de frutos (9.4 por inflorescencia). Cabe mencionar, que en el tiempo que transcurre de amarre inicial a la cosecha, continúa la caída de frutos quedando un menor número de ellos favoreciendo el tamaño de los que permanecen hasta la recolección, es por ello que el amarre final el número de frutos por inflorescencia varió entre 1.5 y 2.2 en ambos años evaluados sin diferencias estadísticas entre tratamientos

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en el rendimiento expresado en kg de fruta por árbol, los resultados se muestran en la Figura 13. En 2020 el rendimiento varió de 88 a 159 kg $árbol^{-1}$. Sobresalen los tratamientos con P-Ca en dosis de 1500 mg L^{-1} (1X) con 159 kg de fruta y P-Ca en dosis de 500 mg (3X) con 146 kg superando al testigo que produjo 88 Kg $árbol^{-1}$; incluso superó a PBZ, el resto de tratamientos superó al testigo e igualaron en rendimiento a los árboles con PBZ. En 2021, todos los tratamientos que tenían inhibidor de giberelinas tuvieron mayor rendimiento que el testigo, nuevamente el tratamiento con P-Ca 1500 mg L^{-1} (1X) superó en rendimiento al testigo al producir 145 kg $árbol^{-1}$ contra 90 kg, respectivamente y por segunda ocasión superó al tratamiento con PBZ.

En 2020, el porcentaje de fruta cosechada en cada fecha se aprecia en la Figura 14, observando que el 30 de mayo se cosechó el 51 % de la producción total del árbol (81 kg) en el tratamiento P-Ca 1500 (1X) contra 24 % de la producción en el testigo (24 kg); en la segunda fecha (24 de julio) en los árboles testigo se cosechó más del 60 % de la producción total (54 kg). Estos resultados indican un adelanto de 25 días en el 51 % de la cosecha en el tratamiento con P-Ca 1500, respecto al testigo. Hay evidencias de que P-Ca adelanta y aumenta la floración, así como el rendimiento en cultivares de mango como Kent y Ataulfo entre otros (Abdel Rahim *et al*., 2011; Do Carlo-Mouco *et al*., 2011; Pérez-Barraza *et al*., 2018), lo que coincide con nuestros resultos; contrario a estos resultados, en Australia P-Ca en dosis de 0.18 a 1.1 g de i.a. por litro de agua no tuvo efecto en la floración del mango 'Kensington-Pride' (McConchi, 2018). La diferencia en los resultados pudiera deberse al cultivar, ambiente y dosis utilizadas. Otros inhibidores como Uniconazol (UCZ) han mostrado ser eficiente en reducir el crecimiento vegetativo adelantar floración e incrementar la producción de fruta en cultivares como Palmer, Alphonso y Kent (Silva *et al.,* 2010; de Sousa *et al*., 2016; Gopu *et al*., 2017), estos resultados coinciden en los obtenidos en el rendimiento de 'Tommy Atkins' con este inhibidor al superar al testigo.

Respecto al tamaño del fruto los resultados se presentan en la Figura 15 para el segundo y tercer ciclo evaluado. En 2020 el mayor tamaño del fruto, 476 g en promedio, se logró con la aplicación de P-Ca en dosis de 500 mg L-1 (3X) superando al resto de tratamientos. En 2021, el peso promedio osciló entre 367 y 521 g, sobresale el tratamiento con P-Ca 1500 mg L^{-1} que tuvo el mayor peso promedio de fruto. Cabe señalar que durante estos dos años de evaluación la mayoría de los frutos cosechados (80 %) tuvieron los calibres para la exportación con un peso promedio por arriba de 340 hasta 521 g.

Los productos inhibidores de la síntesis de giberelinas evaluados en este estudio, sobre todo P-Ca, podrían ser apropiados como una alternativa al PBZ, ya que existen evidencias científicas que demuestran la eficacia de los mismos en la floración y producción de fruta en mango y otros frutales y en nuestro estudio se corroboró el efecto positivo de estos inhibidores al igualar e incluso superar en algunos casos la floración y rendimiento del PBZ.

Estos resultadas experimentales muestran la factibilidad de contar con productos que puedan sustituir al PBZ con efectos similares; no obstante, estos deben ser validados y demostrados en una mayor superficie y en terrenos de productores

Resultados en el cultivar Kent en Nayarit

En el último año de evaluación, se estableció un segundo experimento en el cultivar Kent aplicando los mismos tratamientos; a excepción de la combinación de P-Ca + UCZ, y se estableció en la localidad de las Palmas en el municipio de San Blas.

El desarrollo de la yema apical se evaluó solo en cuatro tratamientos con inhibidor, los cuales habían mantenido una respuesta uniforme en 'Tommy Atkins' durante el tiempo del estudio, además del testigo. En este cultivar, todos los tratamientos alcanzaron la diferenciación floral (E4) de las yemas apicales muestreadas (100 % de yemas diferenciadas) sin diferencia estadística entre tratamientos (Tabla 15). No obstante, en el tiempo en que la yema alcanzó E4 hubo diferencias significativas. En árboles tratados con inhibidor de giberelinas, el tiempo transcurrido desde la última aplicación de los inhibidores hasta que la yema alcanzó E4 (yema diferenciadas o reproductiva) fue entre 118 y 122 días; pero en árboles testigo este tiempo fue de 138 días. Lo que indica, que todos tratamientos a base de inhibidores de giberelinas adelantaron entre 18 y 20 días la diferenciación floral, con relación al testigo.

Los resultados obtenidos en la diferenciación de las yemas, se reflejaron en una floración del 100 % en árboles con inhibidor y de 76 % en aquellos donde no se aplicaron los inhibidores. El tiempo transcurrido desde la última aplicación de los inhibidores hasta plena floración fue 135 hasta 156; sobresalen los tratamientos P-Ca 500 (3X) y 1500 (1X) con un menor tiempo en alcanzar plena floración, igualando el tiempo de paclobutrazol. La floración presentó un adelanto de 17 hasta 21 días con relación a los árboles testigo (Tabla 16).

Respecto al amarre inicial, evaluado 45 días después de plena floración, se encontraron diferencias estadísticas significativas, donde cycocel 1000 (3X) y UCZ 1000 mg L^{-1} (3X) retuvieron más de 10 frutos por inflorescencia, superando al testigo, e incluso a los árboles con paclobutrazol (Figura 16). Mientras que los árboles tratados con P-Ca 1500 (1X) logran un amarre igual a los tratados con PBZ.

Es importante señalar que, durante la segunda quincena de diciembre, tiempo en que ocurrió el proceso de la diferenciación floral en la yema terminal; es decir, el cambio de vegetativo a reproductivo, hubo condiciones inductivas a la floración (temperaturas nocturnas ≤ 20 °C), que favorecieron el proceso (Figura 17). Los datos de clima fueron obtenidos del Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos del INIFAP y corresponden a pronósticos de WRF de puntos de interés donde se encuentran estaciones cercanas a los experimentos; en nuestro caso de las localidades de Santiago Ixcuintla y Las Palmas. Se recurrió a estos pronósticos debido a que estas estaciones dejaron de funcionar desde marzo de 2020.

En las variables kg de fruta por árbol no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. La producción de fruta fue entre 112 y 132 kg $árbol^{-1}$ (Tabla 17). La producción de fruta obtenida por árbol, condujo a un rendimiento entre 19 y casi 21 t ha^{-1} considerando una densidad de 156 árboles ha^{-1}, de 8 años de edad.

No obstante, la época de cosecha si mostró diferencias significativas (P = 0.002) entre los tratamientos. Los resultados se muestran en la Figura 4 donde se observa que todos los tratamientos con inhibidor de giberelinas adelantaron la cosecha entre 12 y 18 días respecto al testigo. Sobresalen los tratamientos a base de P-Ca 500 (3X) y P-Ca 1500 mg L^{-1} (1X) igualando el efecto de PBZ. El adelanto logrado en este cultivar está relacionado con un menor tiempo en la diferenciación de la yema floral y sobre todo del adelanto logrado en la floración con los tratamientos mencionados.

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en las variables de peso fresco y diámetro del fruto, en la longitud no hubo diferencias significativas, los frutos tuvieron un tamaño uniforme entre 11.2 y 11.7 cm de longitud; mientras que en el diámetro, los frutos variaron entre 10.9 y 11.3 cm (Tabla 18). Con relación al peso freso, resultados en misma Tabla, los frutos variaron entre 615 y 735 g en promedio, Los frutos de menor peso correspondieron al tratamiento P-Ca 500 mg L^{-1} (3X). El incremento logrado en el peso del fruto con este tratamiento fue de casi 20%, respecto al testigo.

Resultados en Colima cv. 'Ataulfo.

Los resultados conseguidos en el porcentaje de yemas diferenciadas; es decir, que se convirtieron a reproductivas se muestran en la Figura 18. En el primer año, 2019, P-Ca en dosis de 1500 mg L^{-1} (1X) alcanzó un 80 % de yemas diferenciadas igualando estadísticamente al tratamiento con PBZ (2500 mg, 1X) ambos fueron superiores al resto de tratamientos. En 2020, nuevamente PBZ supera la mayoría de los tratamientos al diferenciar el 80 % de las yemas, con excepción del tratamiento P-Ca 750+UCZ 500 mg L^{-1} (3X), que igualó estadísticamente al PBZ con 75 % de yemas diferenciadas.

Respecto a la floración, en 2019 el porcentaje entre tratamientos varió de 78 a 100 %, P-Ca 500 (3X) y la combinación de P-Ca 750 + UCZ 1000 mg L^{-1} igualaron el efecto del PBZ al lograr 87, 88 y 100 % de floración, respectivamente; el resto de los tratamientos tuvo menor floración (Figura 19). En el segundo año. 2020, la mayoría de los tratamientos con inhibidores superaran al testigo logrando florecer desde un 80 hasta 99 %, excepto UCZ 1000 mg L^{-1} que estadísticamente fue igual al testigo y los de menor floración con 70 % aproximadamente. En el último año evaluado (2021), y a pesar de que los árboles recibieron doble poda cuando el productor podó todo el huerto sin respetar el experimento que ya había sido podado, los tratamientos con P-Ca en dosis de 500 mgL-1 (3X) y 1500 mg (3X) florecieron 76 y 70%, respectivamente. Estos igualaron estadísticamente al tratamiento con PBZ que alcanzó una floración de 98 %.

Durante los tres años de evaluación, el tratamiento con P-Ca 500 mgL-1 (3X), logró floraciones de 75 a 90 % igualando el efecto de PBZ. No obstante, en modificar la época de floración PBZ continúa mostrándose más efectivo, seguido de los tratamientos con P-Ca.

Los resultados logrados en el rendimiento (Kg de fruta por árbol) durante las tres etapas de estudio (2018-2021) se muestran en la Figura 20. Los árboles tuvieron una producción desde 145 hasta 225 kg árol^{-1}, los más sobresalientes corresponden al tratamiento con P-Ca en dosis de 500 mg L^{-1} en tres aplicaciones superando a PBZ y testigo, este último fue el de menor producción. En 2020 los árboles tratados con PBZ mostraron un rendimiento de 113 kg de fruta por árbol superando a los árboles testigo, seguido de los árboles con P-Ca 750 + UCZ 250 mg L^{-1} en tres aplicaciones; nuevamente en el último año los árboles tratados con PBZ tuvieron el mayor rendimiento con 120 kg y aquellos con P-Ca 500 mg L^{-1} en tres aplicaciones con una producción de 110 kg. Durante los tres años de estudio, los árboles sin aplicación (testigos) presentaron la menor producción de fruta.

Experimento 5) Efecto de poda y nutrición en el proceso de floración de diferentes cultivares de mango.

Experimento 4.1. Época e intensidad de poda en la floración y producción del mango Ataulfo en Nayarit y Colima.

Resultados en Nayarit, cv. Ataulfo.

En la Figura 21 se muestran los resultados alcanzados en el porcentaje de yemas diferenciadas; es decir, yemas que se convirtieron en reproductivas. En 2019, se trabajó en un huerto comercial con una edad de 8 años y con una densidad de 320 árboles/ha. Los árboles sin poda y aquellos podados en época temprana (finales de junio) y ligera (50 cm de despunte) lograron diferenciar casi el 100 % de las yemas; contrario a esto, en los árboles que se podaron en época tardía (finales de noviembre) la diferenciación de las yemas apicales fue muy baja (17%) cuando la poda fue ligera y prácticamente nula cuando se podó de manera severa (75 cm de despunte), Estos resultados están relacionados con los brotes vegetativos emergidos después de la poda, en la poda tardía-ligera la producción de brotes fue mínima y la poda severa en esa misma época no dio lugar a brotes vegetativos. El segundo año de evaluación (2020), los resultados fueron muy similares al año anterior; nuevamente los arboles testigos y aquellos podados en época temprana-ligera lograron un mayor porcentaje de yemas diferenciadas. En 2021, último año de evaluación el porcentaje varió entre 10 y 100 %; un mayor número de yemas diferenciaron aún en los tratamientos con poda intermedia (finales de septiembre) independientemente de la intensidad, así como en la poda tardía-ligera, pero no así en árboles con poda tardía-severa que durante dos años consecutivos mostró una baja diferenciación.

Con relación a la floración, los resultados encontrados se presentan en la Tabla 19. En 2019 el porcentaje fluctuó entre 28 y 75 %, la mayor floración se obtuvo en los árboles que no fueron podados o testigo seguida de los árboles podados en noviembre (poda tardía) con un porcentaje de floración de 70 con poda ligera y en poda temprana-ligera con 61%. La floración en árboles con poda tardía y ligera sucedió en las ramas podadas, que en lugar de brotes vegetativos emitió inflorescencias. Esto fue debido probablemente a que al momento de la poda había ya condiciones inductivas a floración y lograron diferenciar yemas en madera. La poda intermedia, independientemente de la severidad, mostró muy bajo efecto en la floración. El segundo año (2020) el mayor porcentaje (alrededor de 70%) se observó en árboles sin poda y en aquellos con poda temprana (principios de julio) y ligera. Con la poda intermedia (principios de septiembre) el porcentaje fue de 57 y 47% para la severidad ligera y severa, respectivamente. Los árboles con poda tardía (principios de noviembre) y severa tuvieron el menor porcentaje de floración. En 2021, la mayor intensidad de floración se obtuvo en los tratamientos sin poda y con poda temprana independientemente de la severidad con una floración por arriba del 90 %, seguido por el tratamiento con poda intermedia-ligera que logró

un 85 %, nuevamente los árboles con poda tardía (principios de noviembre) y severa tuvieron el menor porcentaje de floración.

En general, los resultados muestran la poda severa independientemente de la época disminuye la floración, al igual que una poda intermedia o tardía. Por otro lado, la poda intermedia retrasó la floración 30 días y la poda severa un poco más de 50 días; con excepción de primer año que no hubo retraso debido a que la floración se obtuvo en su mayoría en las ramas podadas y no en brotes emergidos.

En el amarre de frutos, evaluado con base al número de frutos por inflorescencias, se obtuvieron en 2020, desde 2.3 hasta 5 frutos en el amarre inicial (45 días después de antesis). Mientras que en el amarre final evaluado una semana antes de la cosecha (madurez fisiológica) las inflorescencias retuvieron de 1.5 a 2 frutos sin diferencia entre tratamientos. Para el 2020, los frutos retenidos en amarre el amarre inicial varió entre 2.1 y 7.3 frutos por inflorescencia; mientras que en amarre final el número de frutos varió de1.3 a 3.0 por cada inflorescencia, sobresale el tratamiento con poda tardía-ligera (Figura 22).

Respecto al rendimiento, En 2019, el tratamiento con mayor producción de fruta fue el de poda temprana-ligera con 58 kg árbol^{-1}, seguido del tratamiento testigo con 45 kg, en el resto de los tratamientos no hubo diferencias significativas (Figura 23).

En la Figura 24 se presentan los resultados obtenidos durante 2020 y 2021. En el segundo año de evaluación, el rendimiento fluctuó entre 64 y 196 kg de fruta por árbol, sobresale el tratamiento con poda temprana-ligera que presentó el mayor rendimiento, seguido de los tratamientos con poda temprana-severa y el tratamiento con poda intermedia-ligera siendo estadísticamente iguales, el tratamiento con menor rendimiento fue con poda tardía-severa con 64 kg árbol^{-1}. En 2021, el rendimiento fluctuó entre 137 y 333 kg de fruta por árbol, sobresalen los tratamientos con poda temprana e intermedia en su intensidad ligera (50 cm de despunte), seguido de la poda temprana-severa, los cuales fueron estadísticamente iguales, el tratamiento con menor rendimiento fue con poda tardía-severa con 137 kg árbol^{-1}

Durante estos dos años, se modificó la cosecha de los árboles logrando un retraso en la producción de los diferentes tratamientos respecto al testigo, donde por efecto de la interacción época*intensidad se observaron diferencias altamente significativas. El retraso obtenido en la cosecha de 2020 fue entre 16 y 56 días respecto a la cosecha del testigo, logrando mayor retraso con la poda tardía independientemente de la intensidad. Con la poda intermedia el retraso fue de 32 días (Figura 24). En 2021, el retraso logrado fue entre 18 y 43 días, nuevamente el mayor retraso fue en árboles con poda tardía-severa

Un análisis del rendimiento (kg árbol^{-1}) logrado en el segundo año de evaluación y el precio alcanzado en cada época, se observa en la Tabla 20. El precio por kg de fruta en el inicio de la temporada de cosecha del mango 'Ataulfo' fue de $ 3.20, donde coincidió la cosecha de los tratamientos con poda temprana (50 y 75 cm de despunte) y testigo, esto generó una ganancia

entre $485.00 y $632.00 por la producción de cada árbol cosechado. Con la poda intermedia, la ganancia fue de $ 653.00 en promedio con un precio por kg de fruta de $5.40; mientras que con la poda tardía la ganancia fue de $747.00 en promedio, debido a que en esa época el precio fue de casi $ 9.00 por kg de fruta. Como puede observarse con las podas intermedias y tardías aún con menor producción por árbol, la ganancia fue mayor por el precio que adquirió la fruta en época tardía.

Sin embargo, es importante señalar que las podas tardías (noviembre) tienen el riego de inhibir la floración, debido a la estimulación de brotes vegetativos en época tardía, emergiendo en noviembre y alcanzando su madurez fisiológica a finales de diciembre principios de enero. La floración de estos brotes solo llega a ocurrir si se presentan condiciones de temperatura favorables (< a 20°C) para floración una vez que han alcanzado su madurez como lo menciona Davenport (2006). Por su parte, McConchie (2018), reporta que la poda tardía en mango cvs Honey Gold y B74, inhibió la floración porque los brotes vegetativos estimulados en esa época de poda no coincidieron con temperatura frías por debajo de 20°C. En este estudio, si se presentaron temperaturas por debajo de 20°C, aunque de manera intermitente, lo que ocasionó la floración tardía, pero en bajo porcentaje en los tratamientos con poda intermedia y tardía, lo que dio lugar a una menor producción respecto a los árboles con poda temprana y sin poda, pero con frutos de mayor calidad y con mejor precio.

Con relación al tamaño de fruto, los resultados se presentan en la Figura 25 para el peso promedio y Figura 26 para la longitud. En el primer año de evaluación el peso osciló de 289 a 346 g. Los árboles podados en época intermedia-severa y tardía-severa tuvieron el mayor peso promedio del fruto con relación al testigo; lo que dió lugar a un incremento de 16 %. En 2020, el peso logrado entre los diferentes tratamientos fue de 260 hasta 293 g y no hubo diferencias entre tratamientos a excepción de la poda tardía-ligera que superó al testigo al producir frutos de 293 g contra 261 en el testigo, lo que significó un incremento de 12.3 %. En el último año el peso promedio estuvo entre 275 y 389 g y nuevamente los frutos de árboles con poda tardía-severa fueron los de mayor peso respecto al testigo, el incremento logrado fue de 41 %.

Respecto a la longitud, no hubo diferencias significativas entre tratamientos en el primer año de evaluación donde la longitud varió entre 11.2 y 11.8 cm. En el segundo y tercer año de evaluación sobresalió el tratamiento con poda tardía-ligera con la mayor longitud (13.1 y 12.3 cm, respectivamente) comparado con el testigo que tuvo una longitud de 10.9 y 10.3 cm. En el diámetro del fruto no se encontraron diferencias significativas.

Resultados en Colima, cv. Ataulfo

El porcentaje de yemas diferenciadas logrado durante los tres años de estudio, se muestra en la Figura 27. En 2019, se logró un mayor porcentaje (85 %) de yemas diferenciadas en los árboles podados en época temprana-ligera (finales de junio), seguido por el porcentaje alcanzado en árboles testigo (65 %). Los árboles podados en época temprana-severa y tardía-severa (finales de noviembre) tuvieron un 55 % de yemas diferenciadas siendo estadísticamente iguales, el menor porcentaje fue en árboles podados en época intermedia-severa (finales de septiembre). En el segundo año (2020), los tratamientos con poda tardía en sus dos intensidades fueron sobresalientes al alcanzar un 100 % de yemas diferenciadas, El resto de los tratamientos presentó menor porcentaje. En 2021, no se pudo evaluar esta variable debido a la poda que realizó el productor cooperante en el experimento, aun cuando los árboles del experimento ya habían sido podados.

En la Figura 28, se presentan los resultados obtenidos en floración. En el primer año de evaluación, el tratamiento con poda temprana-ligera presentó casi un 100 % de floración, lo que se relaciona con un mayor porcentaje de yemas que se convirtieron en reproductivas, El resto de los tratamientos tuvo una floración entre 75 y 87 %; a excepción del testigo que presento el menor porcentaje. En 2020, sobresalen los tratamientos con poda tardía en sus dos intensidades (ligera y severa) al lograr una floración de 86 y 91 %, respectivamente. Otro tratamiento sobresaliente fue con poda temprana-severa con 87 %, nuevamente el testigo tuvo menor floración. En el tercer y último año de evaluación, la floración fue severamente afectada debido a que los árboles, que ya habían sido podados en cada uno de los tratamientos, recibieron una nueva poda porque el encargado del manejo del huerto, al hacer una poda mecanizada no respeto el experimento podando todo el huerto donde se encontraba el experimento.

En general, la intensa floración obtenida con los tratamientos de poda tardía en sus dos intensidades y realizada a finales de noviembre, estimuló una floración en brotes vegetativos que no fueron podado por encontrarse más cercanos a las ramas principales, pero el estímulo fue mayor en las ramas podadas, que en lugar de brotes vegetativos nuevos dieron lugar a inflorescencias. Lo anterior puede deberse a que en esa época, las condiciones de temperatura ya hayan sido favorables para estimular los meristemos vegetativos para convertirse en reproductivos. Esto no es deseable porque el árbol necesita hojas para sostener la producción tanto de flores como frutos.

Con relación al rendimiento, los resultados se presentan en la Figura 29. En 2019, el rendimiento osciló entre 188 y 246 kg de fruta por árbol. El menor rendimiento de obtuvo en árboles con poda intermedia-ligera. En el segundo año, se logró un rendimiento de 87 hasta 133 kg de fruta por árbol. Destacaron los árboles con poda tardía y al igual que el año anterior, los árboles con poda intermedia-ligera tuvieron menor rendimiento. En 2021, la producción

disminuyó a un rango entre 54 y 68 Kg árbole^{-1} e incluso dos tratamientos (poda tardía ligera y severa) no tuvieron floración y tampoco produjeron fruta por la doble poda que recibieron. Los resultados en modificar la época de cosecha, no fueron muy consistentes, a excepción de los tratamientos con poda tardía que florecieron primero que el resto de tratamiento

Experimento 4.2. Estrategias nutricionales y de manejo integral sustentable para inducción y diferenciación floral en mango 'Ataulfo'.

En 2019, los primeros brotes florales, con escamas despegadas del ápice (E2) de la escala propuesta en mango por Pérez *et al*. (2009), se apreciaron hasta noviembre, caracterizando la etapa propia de inducción floral. Las yemas diferenciadas E4, aparecieron a partir de la tercera semana de diciembre. Los primeros tratamientos observados en E4 fueron la aplicación de abono orgánico al suelo y foliar (Balmix SF), el tratamiento formado a base de extracto de *algas A. nodosum* + aminoácidos + citocininas en aplicación foliar (A.nod+Am+Ck F), nitrato de potasio en aplicación foliar (KNO_3 F) y *A. nodosum* combinadas con lixiviado de abono orgánico Balmix (A.no+B F). Los últimos fueron las aplicaciones foliares de *A. nodosum* combinada con aminoácidos (A.nod+am F) y con KNO_3 (KNO_3 + A.nod F), y el testigo.

Respecto a la floración, el máximo porcentaje (≥ 90 %) tuvo lugar a fines de enero, y se observaron en el árbol las inflorescencias totalmente cubiertas de flores. Todos los tratamientos florecieron por arriba del 90 %. Aproximadamente ocho días después ocurrió casi el total de la caída de pétalos, dando lugar a la presencia de frutos tamaño alfiler o cerillo. Quienes más aceleraron hacia este proceso fueron los árboles testigo (Figura 30).

Esto resultados sugieren que los bioestimulantes y complementos con nutrientes (*A. nodosum*, abonos orgánicos, aminoácidos, fosfito de potasio, Ca, B, Zn y Acad S), relativamente lograron suprimir la floración irregular, sincronizando la misma. Lo anterior coincide con Osuna *et al*. (2000) y Espinoza *et al*. (2006) en que las prácticas de manejo de tipo fisionutricional que incluyen el uso de bioestimulantes y nutrientes, pueden modificar procesos en la fisiología del árbol y favorecer su diferenciación floral para sincronizar la floración.

Por otro lado, en el número de frutos amarrados, se observó variación de 7.6 frutos en el testigo, a 12.5 frutos con la aplicación foliar de *algas A. nodosum* + abono orgánico al suelo y foliar (A.nod + BF), lo cual representó 44 y 54 % de amarre respectivamente (Tabla 21). No obstante, la mayor proporción de amarre (63 %), se registró con la aplicación de abono orgánico al suelo y foliar (Balmix SF).

En la Tabla 22, se presentan los resultados de número de frutos por árbol y peso del fruto. Con excepción de la aplicación foliar de KNO_3, el resto de tratamientos con bioestimulantes y nutrición, produjeron mayor número de frutos por árbol, peso del fruto y rendimiento por

hectárea respecto al testigo. KNO_3, tuvo un peso de fruto similar al testigo, sin embargo, logró mayor número de frutos por árbol.

Se estimaron en promedio 588 frutos por árbol, con desviación estándar de 116 frutos. Los tratamientos *A. nodosum*+ abono orgánico foliar Balmix (Anod B F), citocininas sintéticas Acadian aplicadas al suelo (Acad S), KNO_3 F y el tratamiento Acadian al suelo+ Balmix foliar (Acad S+BF), fueron similares estadísticamente, y produjeron en promedio 665 frutos por árbol. El testigo produjo 380 frutos, 43 % menos que cuando se aplicaron los bioestimulantes.

Con relación al peso del fruto, se produjeron en promedio frutos extragrandes, calibre 14 (NOM-188-SCFI, 2012), de 335 g (± 8 g). Los mejores tratamientos ($p \leq 0.001$), fueron abono orgánico al suelo y foliar (Balmix SF), *A. nodosum*+ abono orgánico foliar Balmix (Anod B F) y *A. nodosum* + aminoácidos + citocininas en aplicación foliar (A.nod+Am+Ck F), con pesos calibre 12, en promedio de 358 g (± 42 g) por fruto. El testigo produjo frutos de calibre 16, con peso medio de 285 g (± 42 g), 21 % menos.

En rendimiento, se produjeron en promedio 19.8 T ha^{-1} (± 1.2 kg). Los mejores rendimientos correspondieron a la aplicación de *A. nodosum*+ abono orgánico foliar Balmix (Anod B F), citocininas sintéticas Acadian al suelo (Acad S), Acadiian al suelo + Balmix foliar (Acad S+BF), *A. nodosum*+aminoácidos en foliar (Anod+Am F), KNO_3 F y el abono orgánico al suelo y foliar (Balmix SF), que en promedio obtuvieron 21.6 T ha^{-1} (± 3.3 kg). El testigo produjo 10.8 T ha^{-1} 50 % menos que los mejores tratamientos.

En 2020, se aplicaron solo los tratamientos sobresalientes en 2019. El porcentaje de floración acumulado varió entre el 61 y 73 % durante el ciclo.

En la Tabla 23, se observa que los primeros brotes florales, en el mes de enero, aparecieron en el tratamiento de *A. nodosum* + aminoácidos + citocininas en aplicación foliar (A.nodosum +Cks+Am. F). La influencia de este tratamiento fue consistente ya que, si bien con una floración acumulada de 68 %, no superó al testigo (73 %), el 71 % de su floración, que corresponde a 48 %, la presentó a fines de febrero, en tanto que el testigo solo produjo en esta época, 21 %, el mayor porcentaje lo alcanzó hasta fines de marzo lo que representa bajo las condiciones de estudio, 127 % más de flor temprana (30 días) con el uso de bioestimulantes. A.nodosum F+Balmix F igualó en intensidad de floración al testigo pero la época de cosecha fue similar.

Con relación al rendimiento, en la Tabla 24, puede apreciarse que aunque se produjo mayor número de frutos por árbol en el tratamiento *A. nodosum* +Cks+Am. F (426.14 ± 66.59), las diferencias entre tratamientos no fueron significativas, debido a la variación de los datos (media= 363.25 ± 27.27 con desviación estándar de 32.62), lo que indica en todos los tratamientos se registró números de frutos relativamente similares al valor medio del tratamiento con más frutos numéricamente, *A. nodosum* +Cks+Am. F. No obstante, en rendimiento si se generaron diferencias por efecto de los tratamientos, debido al peso del

fruto. *A. nodosum* +Cks+Am. F fue el de mayor producción con 14 ± 1.12 t ha^{-1}, lo que indica que el rendimiento obtenido, con una confiablidad de 95 %, puede variar entre 12.8 y 15.1 t ha^{-1}. Fue diferente estadísticamente a *A.nodosum* F+Balmix F, Balmix F+Sue y al testigo, que en promedio produjeron 11.11 ± 1.47 t ha^{-1}, superados en 25.6 %.

En este mismo año (2020), se estableció un segundo experimento evaluando dos de los mejores tratamientos (Balmix F+Sue y A.nodosum +Cks+Am. F) y un testigo sin aplicación.

A fines de enero se observaron los primeros indicios de inflorescencias en los tratamientos aplicados con bioproductos. Sin embargo, fue hasta el periodo de febrero-marzo cuando se registró plena floración, como puede apreciarse en la Figura 31 con mayor actividad (69.4 %) en los árboles donde se aplicó A.nodosum +Cks+Am. F., superando a los tratamientos Balmix y al testigo, ambos similares estadísticamente, con floración media de 62.9 %, y por tanto 37.1 % sin actividad en su diferenciación floral, lo cual representa que estos árboles redujeron sus posibilidades de floración en 25 % menos, respecto a aquellos en donde se aplicó A.nodosum +Cks+Am. F.

El número de frutos por árbol, así como el rendimiento estimado por hectárea, se muestran en la Tabla 25. El mayor número de frutos lo registró el testigo con 388.73 ± 44.82 frutos por árbol, similar estadísticamente (p= 0.031) a A.nodosum +Cks+Am. F (370.78 ± 14.64 frutos), pero diferente de Balmix F+Sue que produjo 321.56 ± 12.17 frutos. Sin embargo, como el peso del fruto de este fue mayor que el testigo, en rendimiento resultaron similares con 12.37 ± 0.69 t ha^{-1}. Mientras que la mayor producción de 14 ± 0.51 t ha^{-1}, se obtuvo con aplicaciones de A.nodosum +Cks+Am. F, siendo posible bajo similares condiciones de estudio, con una confiabilidad de 95 %, la obtención desde 13.5 hasta 14.5 t ha^{-1}.

Los frutos de mayor tamaño correspondieron al tratamiento A.nodosum +Cks+Am. F con un peso promedio de 324 g, una longitud de 12.2 cm y diámetro de 7.5 cm (Tabla 26). Este mismo tratamiento dio lugar a frutos con mayor °Brix (15°)

En el último año de evaluación (2021), con los bioestimulantes y la fertilización balanceada al suelo y complementos foliares de micronutrientes en etapas de prefloración, fue posible no solo sincronizar la floración en 90-94 %, entre el 10 al 20 de febrero de 2021 (Tabla 7), sino también adelantar el periodo de floración en seis días, como ocurrió con los tratamientos de Fi hidrosoluble + los extractos de algas y su complemento, así como la Fi granulada + KNO_3 F2, que a los 81 días presentaron floración en 92.2 y 91.3 % respectivamente. Mientras que el testigo, seis días después apenas tenía 57.8 % de la floración (Tabla 27). El resto de los tratamientos que incluyen al orgánico Balmix y las diferentes combinaciones con algas y NO_3K fueron estadísticamente similares en la sincronía a floración, pero de 2-5 días más tarde que los ya señalados como tratamientos más precoces.

Respecto al rendimiento, evaluado con el número de frutos y kg de fruta por árbol, los resultados se muestran en la Tabla 28. Al estimar el porcentaje de frutos de tamaño regular y

grandes en el árbol, se observó que por tipo de fertilizante, el mayor porcentaje de frutos grandes se obtuvo con fertilizante granulado (46 ± 5.2 %). Por inductor, el NO_3K mostró al igual que el tratamiento sin inductor, más frutos regulares (74 ± 6.1 % frutos árbol^{-1}), con ventaja en la aplicación de extractos de algas *A. nodosum* que produjeron mayor porcentaje de frutos de tamaño grande y menor porcentaje de frutos regulares.

En la interacción (Tabla 28), fue evidente el efecto negativo del NO_3K con el fertilizante Balmix y con el fertilizante hidrosoluble, por el mayor porcentaje de fruto regular. En la mayoría de los casos, la aplicación de extractos de algas junto con fertilizante Balmix, granular o hidrosoluble incrementa la proporción de fruto grande.

En el fruto identificado como tamaño regular, se obtuvieron pesos desde 293 ± 11.7 g fruto^{-1} sin aplicar inductores, hasta 334 ± 12.0 g fruto^{-1} con aplicación de fertilizante hidrosoluble (Tabla 9). De acuerdo a las especificaciones de la NOM-188-SCFI-2012 para mango 'Ataulfo', el fruto con peso de 269 a 323 g es de tamaño grande. Por tanto el fruto obtenido visualmente como regular, es de tamaño grande, calibre 16 (media de 287 g ± 10 % de tolerancia) a 14, (media de 332 g ± 10 % de tolerancia), según dicha NOM.

Mientras que en el fruto visualmente catalogado como grande, el menor (397 ± 8.4 g) y mayor (425 ± 9.6 g) peso correspondieron a los tratamientos testigo sin inductor y Fi Hidro, respectivamente. En todos los casos, la aplicación de inductores mejoró el tamaño de fruto grande > de 400 g independientemente del tipo de fertilización. (Tabla 8). Según la NOM-188-SCFI-2012, el fruto obtenido en esta categoría corresponde a tamaño extra grande (324 a 606 g o más), calibre 12 (media de 407 g ± 10 % de tolerancia).

Respecto al rendimiento, se logró una producción de fruta por árbol entre 74 y 102 kg, lo que condujo a un rendimiento desde 9.9 hasta casi 14 t ha^{-1}(Tabla 28). El tratamiento inductor A nod. F1 destacó con el mayor rendimiento con relación al testigo.

Conclusiones

Experimento 1) Sistema de pronóstico asociado a procesos de floración y cosecha en dos zonas productoras de mango en México.

1. Se caracterizaron climáticamente los estados de Nayarit y Colima
2. Se generó el sistema de pronóstico climático, herramienta para evitar floración irregular en mango Átaulfo'. Trámite en proceso ante INDAUTOR en México.

Experimento 2). Giberelinas, y su efecto en la inducción y diferenciación floral.

1. En Nayarit, cultivar Kent no tuvo una respuesta favorable a la aplicación de giberelinas para retasar la floración.
2. En Tommy Atkins, un solo año de evaluación, dos aplicaciones de ácido giberélico (AG_3) en dosis de 50 mg L^{-1}, retrasaron el periodo de diferenciación, brotación floral y la cosecha, sin afectar floración y con mayor rendimiento.
3. Bajo condiciones de Colima y durante dos años de evaluación, el efecto de la aplicación de AG_3 no fue consistente en 'Tommy Atkins'.
4. En el cultivar Ataulfo, un año de evaluación, la aplicación de AG_3 retraso en más de 30 días la floración, pero, disminuyó la floración y el rendimiento. Resultados que fueron afectados también por una doble poda de los árboles en estudio.

Experimento 3). Nitratos y su relación con latencia de yemas y diferenciación floral.

1. Los nitratos no modificaron la diferenciación de la yema terminal en los cultivares 'Ataulfo', ni en 'Kent' bajo condiciones de Nayarit. Además, la poda aplicada a los árboles en ambos experimentos, tuvo un efecto negativo al inhibir la diferenciación de la yema terminal en los árboles sin nitrato, pero con poda

Experimento 4. Estudio de inhibidores de giberelinas, como alternativa al PBZ, y su efecto en el proceso de floración en cultivares de mango.

1. En ´Tommy Atkins, bajo condiciones de Nayarit, dos tratamientos igualaron el porcentaje de yemas diferenciadas; prohexadiona de calcio (P-Ca) en dosis de 1500 mg L^{-1} aplicada 45 días después de floración (una aplicación; 1X) y cycocel en dosis de 1000 mg L^{-1} en tres aplicaciones (3X) a 15, 30 y 45 días después de la poda (DDP).
2. En este mismo cultivar, todos los inhibidores de giberelina evitaron una floración irregular al promover una floración abundante y mayor rendimiento. Sobresalieron en este aspecto, P-Ca 1500 mg (1X), cycocel 1000 mg L^{-1} (3X) y uniconazol (UCZ) 1000 mg L^{-1} (3X) a 15, 30 y 45 DDP, igualaron el efecto del paclobutrazol (PBZ) y en algunos casos lo superaron.
3. P-Ca 1500 mg (1X) adelantó un poco más del 50 % de la cosecha y produjo frutos de mayor tamaño.

4. En el cultivar Kent, bajo condiciones de Nayarit, P-Ca en cualquiera de las dosis adelantó la diferenciación y brotación floral, así como la cosecha, superaron además el efecto de PBZ (solo año de evaluación).
5. En el cultivar Ataulfo bajo condiciones de Colima, P-Ca en dosis de 500 mg L-1 en tres aplicaciones a 15,30 y 45 DDP, igualó y en algunos casos superó el efecto de PBZ en la floración, rendimiento y adelanto de floración durante los tres años de estudio.
6. En Nayarit y Colima existe la posibilidad de sustituir el uso de PBZ con Prohexadiona de calcio en sus diferentes dosis, aunque los resultados deben ser validados.

Experimento 5) Efecto de poda y nutrición en el proceso de floración de diferentes cultivares de mango.

Experimento 5.1. Época e intensidad de poda en la floración y producción del mango Ataulfo.

1. En Nayarit, la poda temprana e intermedia con un despunte de 50 cm no disminuyó la diferenciación ni el porcentaje de floración, dando lugar a un mayor número de frutos y rendimiento en mango 'Ataulfo'.
2. La poda tardía-severa (75 cm de despunte) redujo la diferenciación y provocó menos floración y rendimiento.
3. Las podas intermedias y tardías en cualquiera de su intensidad (ligera o severa) retrasaron la cosecha, el retraso fue más significativo con podas tardías.
4. El retraso en cosecha dio lugar a un mayor precio en la comercialización de la fruta y se incrementó la productividad del cultivo.
5. Los frutos más grandes se obtuvieron con la poda tardía independientemente de la intensidad.
6. Para modificar la floración y cosecha en Nayarit, la poda intermedia-ligera puede ser una mejor opción, al retrasar la cosecha, lograr frutos de mayor tamaño y sanos y con un mejor precio en la comercialización; no obstante, es necesario su validación.
7. En Colima, la poda temprana-ligera mejoró el rendimiento.
8. En ambos estados, la poda tardía-severa realizada a finales de noviembre suprime la emergencia de crecimiento vegetativo y estimula floración en ramas podadas.

Experimento 5.2. Estrategias nutricionales y de manejo integral sustentable para inducción y diferenciación floral en mango 'Ataulfo'.

1. Todos los tratamientos a base de bio productos favorecieron la floración por arriba del 90 % y en época ligeramente más temprana que el testigo.
2. Los más sobresaliente fueron la aplicación de extractos de algas *A. nodosum* + aminoácidos + citocinina, en fertilización granular hidrosoluble, así como la aplicación de Balmix, complementada con foliares de micronutrientes en etapas de prefloración, al evitar la floración irregular al provocar mayor floración, frutos de mayor tamaño y un incremento en el rendimiento.

•Planes

Proyecto concluido

•Problemas o retrasos:

Los obtenidos en el experimento con giberelinas en 'Kent' con dos ciclos sin respuesta. Para el ciclo 2010-2021, los tratamientos con giberelinas se cambiaron al cultivar Tommy Atkins' en Nayarit y Ataulfo en Colima.

En el último año de evaluación en Colima, la poda realizada por el productor de manera general en su huerto afectó los árboles de los experimentos con inhibidores y poda que ya habían sido podados e incluso varios de los tratamientos estaban en proceso.

•Financiación recibido y ejercido 2019 a 2021:

	Fondos recibidos ($) US	Fondos ejercidos ($US)	Concepto
2018-2019	65,000	65,000	Materiales de impresión, reguladores de crecimiento y combustible, viáticos y traslados, mantenimiento vehículo, mantenimiento de equipo, reactivos y material de laboratorio, insumos (fertilizantes), jornales, Subcontratación de terceros, Congresos y convenciones,
2019-2020	60,000	60,000	
2020-2021	50,000	65,000	
TOTAL	**175,000**	**175,000**	

• Tablas y figuras.

Experimento 1) Caracterización climática, su variabilidad y sistema de pronóstico asociado a procesos de floración y cosecha

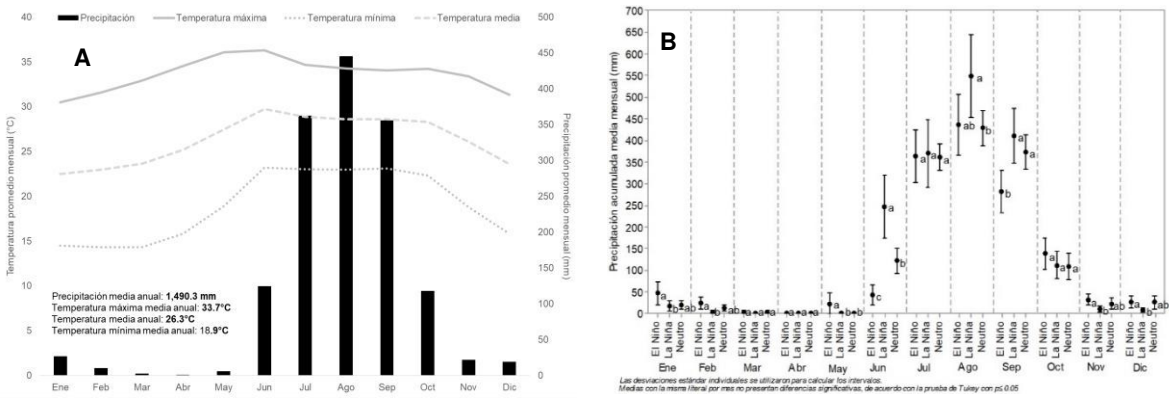

Figura 1. Climograma de la región productora de mango en Nayarit (A) y Caracterización de la variabilidad de la precipitación según la fase del ENSO (B).

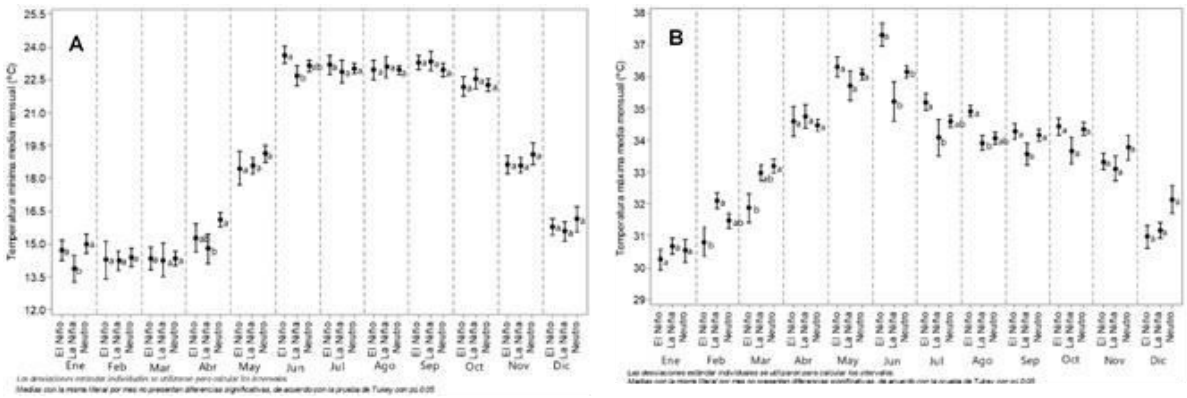

Figura 2. Caracterización de la variabilidad de la temperatura mínima (A) y máxima (B) por fase del ENSO en Nayarit.

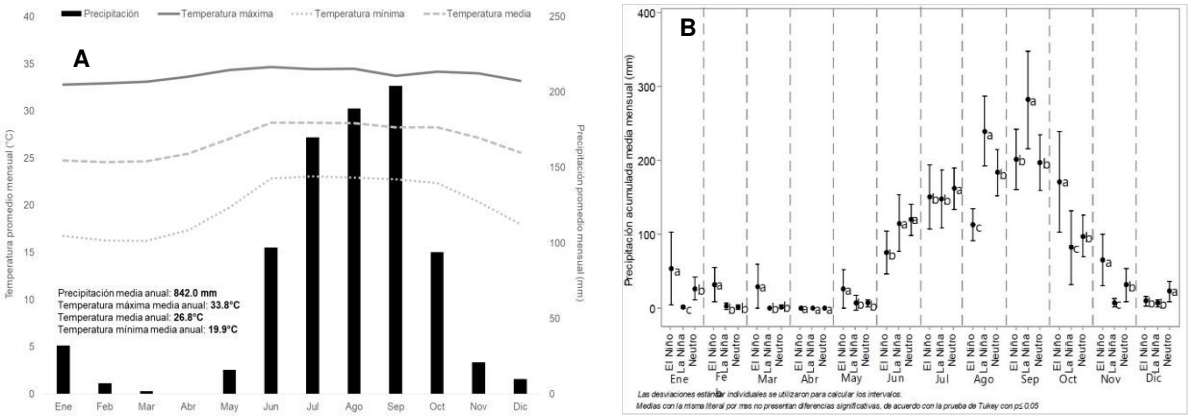

Figura 3 Climograma de la región productora de mango en Colima (A) y Caracterización de la variabilidad de la precipitación según la fase del ENSO (B).

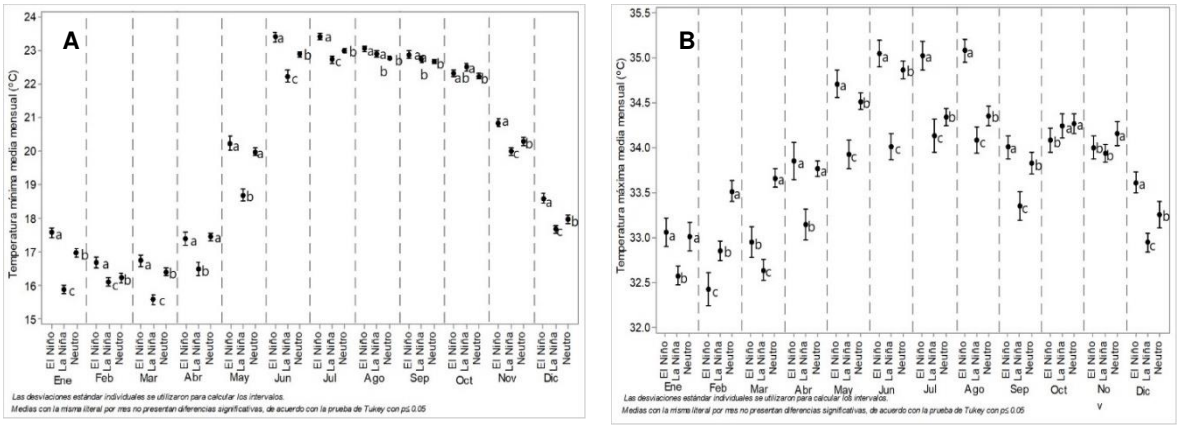

Figura 4. Caracterización de la variabilidad de la temperatura mínima (A) y máxima (B) por fase del ENSO en Colima.

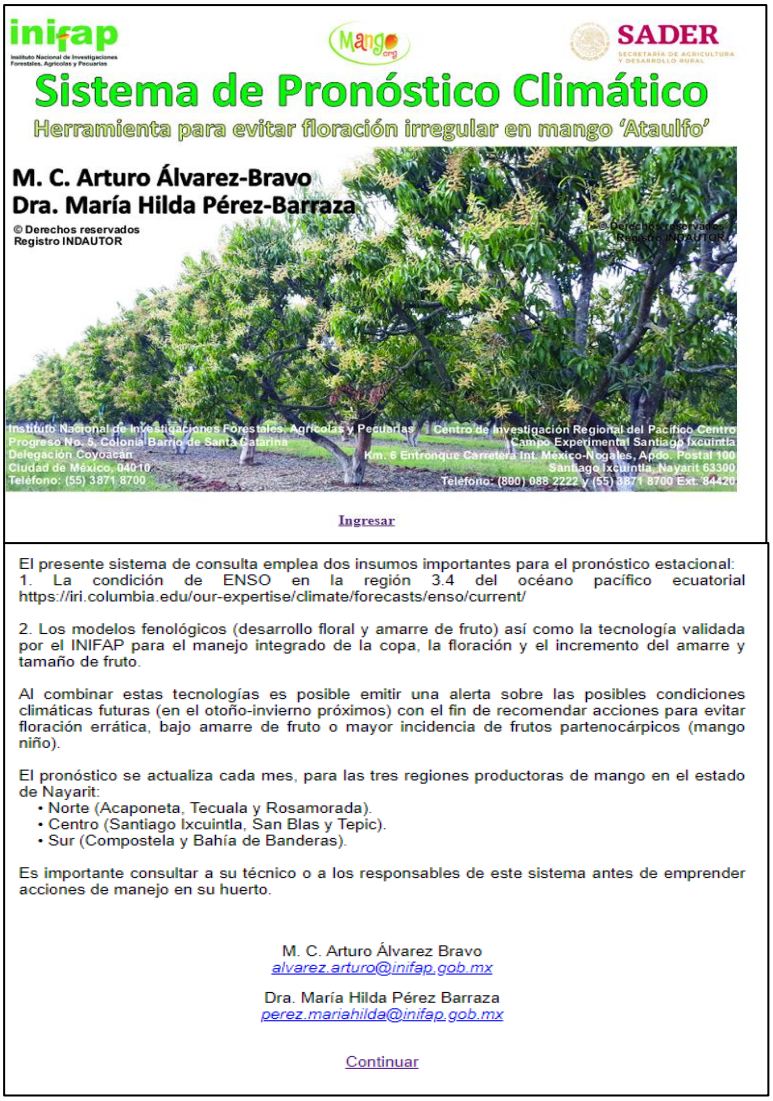

Figura 5. Plataforma informática del sistema de consulta y consideraciones para su uso. Nayarit 2019-2021.

Experimento 2). Giberelinas, y su efecto en el proceso de floración en cultivares de mango. 'Tommy Atkins' en Nayarit y 'Ataulfo' en Colima.

Tabla 5. Desarrollo floral de la yema apical en árboles de mango 'Kent' por efecto de tratamientos. Nayarit 2019-2020

Tratamiento	YD[y] (%)		Floración (%)		Rendimiento (Kg/árbol)
	2019	2020	2019	2020	2019
1. AG3 25 mgL^{-1} (2X)[z]	0.0 b	0	0 b	0	0
2. AG3 50 mgL^{-1} (1X)	0.0 b	0	0 b	0	0
3. AG3 50 mgL^{-1} (2X)	0.0 b	0	0 b	0	0
4. AG3 25 mgL^{-1} (1X) + poda ligera	0.0 b		0 b		0
5. AG3 25 mgL^{-1} (1X) + poda severa	0.0 b		0 b		0
6. Testigo con poda	18.8 b		12 b		4.1
7. Testigo absoluto sin poda	85 a	0	87 a	0	46.6

[z]1X, una aplicación; 2X, dos aplicaciones
[y] EDY, estado de desarrollo de la yema; YD, yemas diferenciadas.
[x] Medias con la misma letra dentro de columnas, no son significativamente diferentes. Tukey $P \leq 0.05$

Tabla 6. Estado de desarrollo de la yema apical (EDY), porcentaje de yemas diferenciadas (YD), porcentaje de floración (F), Días a plena floración (PF) y retraso en floración (RF) por efecto de tratamientos en mango ´Tommy Atkins'. Nayarit 2020-2021

Tratamiento	EDY	YD (%)	F (%)	RF (Días)
1. AG_3 25 mgL^{-1} (2X)[z]	3.7 a[y]	85 a	85 a	20 a
2. AG_3 50 mgL^{-1} (1X)	3.8 a	95 a	81 a	19 a
3. AG_3 50 mgL^{-1} (2X)	3.8 a	85 a	78 a	20 a
Testigo	4.0 a	100 a	100 a	0 b

[z] Dosis en mg L^{-1}; 1X = una aplicación y 2X = dos aplicaciones.
[y] Medias con la misma letra dentro de columnas, no son significativamente diferentes. Tukey $P \leq 0.05$.

Tabla 7. Rendimiento, retraso en cosecha y peso promedio del fruto por efecto de tratamientos en mango 'Tommy Atkins'. Nayarit 2020-2021.

Tratamientos	Frutos Arbol^{-1} (Núm.)	Rendimiento (Kg Arbol^{-1})	Retraso en cosecha (Días)	Peso del fruto (g)
AG_3 50; 2X[z]	413.4 a[y]	152.4 a	18 a	369 a
AG_3 100; 1X	336.6 b	124.2 b	15 a	369 a
AG_3 100; 2X	403.8 ab	148.5 ab	20 a	368 a
Testigo	386.2 b	136.0 ab	0 b	352 a

[z] Dosis en mg L^{-1}; 1X = una aplicación y 2X = dos aplicaciones.
[y] Medias con la misma letra dentro de columnas, no son significativamente diferentes. Tukey $P \leq 0.05$.

Tabla 8. Porcentaje de yemas diferenciadas y floración total en árboles de Tommy Atkins por efecto de tratamientos. Colima 2019-2020.

Regulador y dosis (mg L-1)	Yemas diferenciadas (%)		Floración (%)	
	2019	2020	2019	2020
1. AG_3 50 (2 X)[z]	45 ab[y]	35 a	79 a	43 a
2. AG_3 100 (1 X)	50 a	33 a	90 a	35 ab
3. AG_3 100 (2X)	70 a	20 b	86 a	31 b
4. AG_3 50 (1 X) + poda ligera	30 ab		57 bc	
5. $AG3_3$ 100 (1 X) + poda severa	15 b		48 c	
6. Testigo	45 ab	35 a	65 b	22 b

[z] Dosis en mg L^{-1}; 1X = una aplicación y 2X = dos aplicaciones.
[y] Medias con la misma letra dentro de columnas, no son significativamente diferentes. Tukey $P \leq 0.05$.

Tabla 9. Rendimiento obtenido en árboles de mango 'Tommy Atkins' por efecto de tratamientos. Colima, 2019-2020.

Regulador y dosis (mg L^{-1})	Rendimiento (Kg árbol^{-1})	
	2019	2020
1. AG_3 50 mg·L^{-1} (2X)[z]	559 a[y]	87 a
2. AG_3 100 mg·L^{-1} (1X)	396 b	100 a
3. AG_3 100 mg·L^{-1} (2X)	490 ab	55 b
4. AG_3 50 mg·L^{-1} (1 X) + poda ligera	489 ab	
5. AG_3 100 mg·L^{-1} (1 X) + poda severa	490 ab	
6. Testigo sin aplicación de AG_3	488 ab	53 b

[z] Dosis en mg L^{-1}; 1X = una aplicación y 2X = dos aplicaciones.
[y] Medias con la misma letra dentro de columnas, no son significativamente diferentes. Tukey $P \leq 0.05$.

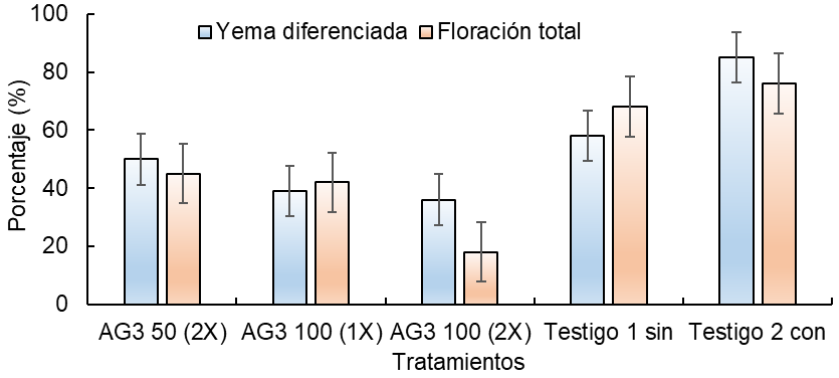

Figura 6. Porcentaje de yemas diferenciadas y floración total en árboles de mango 'Ataulfo' por efecto de tratamientos. Las barras en cada punto representan el promedio de 24 yemas y seis árboles por tratamiento ± error estándar. Colima, 2021

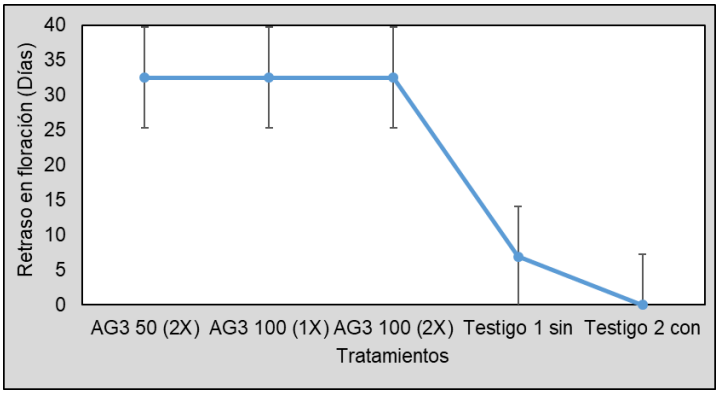

Figura 7. Retraso de la floración con tratamientos a base de giberelinas en mango cultivar Ataulfo. Las barras en cada punto representan el promedio de seis árboles por tratamiento ± error estándar. Colima, 2021.

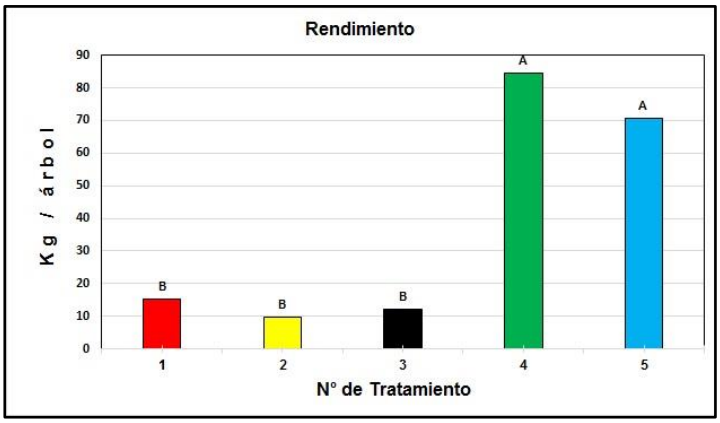

Figura 8. Rendimiento de tratamientos a base de giberelinas en mango cultivar Ataulfo. 1: Giberelinas 50 ppm, 2X; 2: Giberelinas 100 ppm, 1X; 3: Giberelinas 100 ppm, 2X; 4: Testigo I (sin floración al inicio); 5: Testigo II (con floración al inicio). Colima, 2021.

Experimento 3). Nitratos y su relación con latencia de yemas y diferenciación floral.

Tabla 10. Efecto de la aplicación de nitratos sobre desarrollo de la yema apical en árboles de mango 'Ataulfo'. Nayarit, 2019.

Tratamientos	YD (%)	YI (%)	Floración (%)
Estimulador Dif (1%) + $CaNO_3$ (2%)[z]	13 b	46 b	3 b
Estimulador Dif (1%) + $CaNO_3$ (4%)	20 b	60 ab	1 b
Fosfonitrato 2kg/ árbol	30 b	35 bc	5 b
KNO_3 (4%)	8 b	71 ab	2 b
Testigo absoluto	13 b	83 a	2 b
Testigo estándar (PBZ 4ml/ árbol)	67 a	8 c	81 a

[z] $CaNO_3$ = nitrato de calcio; KNO_3 = nitrato de potasio; PBZ = Paclobutrazol.
[y] YD = yema diferenciada; YI = yema inactiva.
[x] Medias con la misma letra dentro de columnas, no son significativamente diferentes. Tukey $P \leq 0.05$.

Tabla 11. Efecto de la aplicación de nitratos sobre el rendimiento en árboles de mango 'Ataulfo'. Nayarit, 2019.

Tratamientos	Frutos/árbol (Núm.)	Rendimiento (Kg/árbol)
Estimulador Dif (1%) + CaNO3 (2%)[z]	20 b[y]	5.2 b
Estimulador Dif (1%) + CaNO3 (4%)	16 b	4.2 b
Fosfonitrato 2 kg/ árbol	20 b	5.3 b
KNO_3 (4%)	16 b	4.2 b
Testigo absoluto, con poda, sin PBZ	15 b	3.9 b
Testigo estándar con poda y PBZ (4ml/ árbol)	108 a	28.0 a

[z] $CaNO_3$ = nitrato de calcio; KNO_3 = nitrato de potasio; PBZ = Paclobutrazol.
[x] Medias con la misma letra dentro de columnas, no son significativamente diferentes. Tukey $P \leq 0.05$.

Tabla 12. Efecto de la aplicación de nitratos sobre el rendimiento en árboles de mango 'Kent'. Nayarit, 2019.

Tratamientos	Frutos/árbol (Núm.)	Kg/árbol	Peso del fruto (g)
1. Estimulador Dif (1%) + CaNO3 (2%)[z]	7 b[y]	3.1 b	457 ab
2. Estimulador Dif (1%) + CaNO3 (4%)	10 b	4.2 b	437 ab
3. Fosfonitrato 2 kg/ árbol	7 b	2.6 b	376 b
4. KNO_3 (4%)	0 c	0.0 c	0 c
5. Testigo con poda ligera	5 b	2.4 b	535 a
6. Testigo sin poda	96 a	46.6 a	485 ab

[z] $CaNO_3$ = nitrato de calcio; KNO_3 = nitrato de potasio.
[x] Medias con la misma letra dentro de columnas, no son significativamente diferentes. Tukey $P \leq 0.05$.

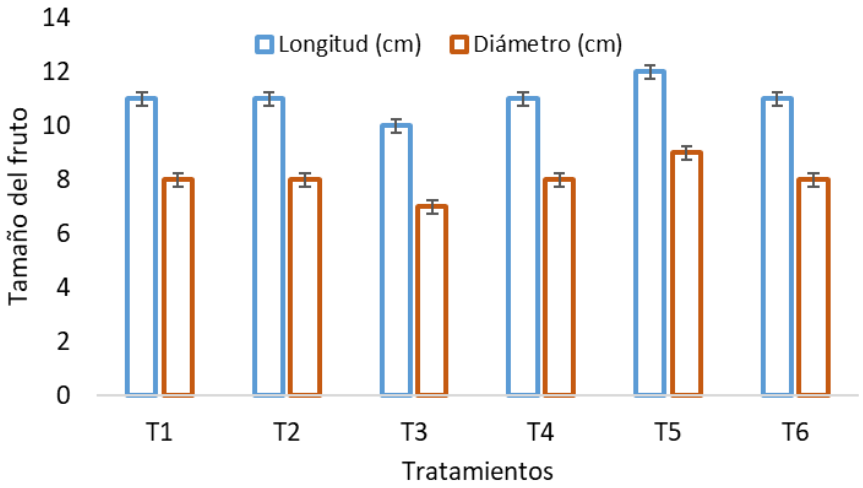

Figura 9. Tamaño del fruto en árboles del cultivar Kent por efecto de tratamientos. Las barras en cada punto representan el promedio de 6 árboles por tratamiento ± error estándar. Nayarit, 2019.

Experimento 4. Estudio de inhibidores de giberelinas, como alternativa al PBZ, y su efecto en el proceso de floración en cultivares de mango.

Tabla 13. Efecto de inhibidores de giberelinas sobre el proceso de floración del mango 'Tommy Atkins'. Nayarit, 2019.

Tratamiento		12 - 19/2	4 - 17/4	Adelanto (Días)	PFT (%)[x]
Producto	Dosis (mg L^{-1})	1ª Floración	2ª Floración		
1. P-Ca	500 (3X)[z]	26.3 ab[y]	25.3 ab		51.6 ab
2. P-Ca	1500 (1X)	23.0 ab	49.0 a		72.0 a
3. P-Ca + UCZ	750 + 500 (3X)	0.3 b	35.3 a		35.5 b
P-Ca + UCZ	750 + 250 (3X)	13.2 ab	49.0 a		62.3 ab
UCZ	1000 (1X)	24.5 ab	31.5 ab		56.0 ab
PBZ	2500 (1X)	57.5 a	9.0 c	51	66.5 ab
Testigo	Sin regulador	10.3 b	28.3 ab		38.5 ab

[Z] 1X una aplicación; 3X tres aplicaciones.
[y] Medias con la misma letra dentro de columnas, no son significativamente diferentes. Tukey $P \leq 0.05$
[x] PFT, Porcentaje de floración total

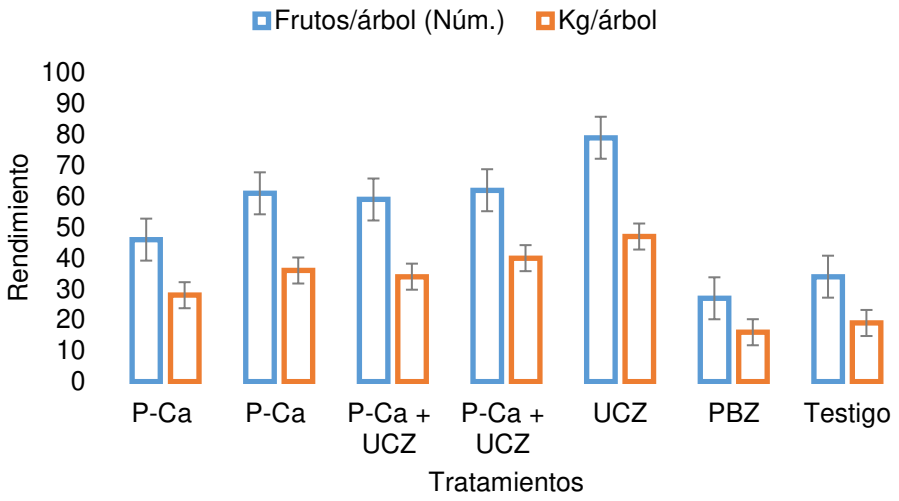

Figura 10. Rendimiento obtenido en árboles de mango 'Tommy Atkins' por efecto de tratamientos. Las barras en cada punto representan el promedio de 6 árboles por tratamiento ± error estándar. Nayarit, 2019.

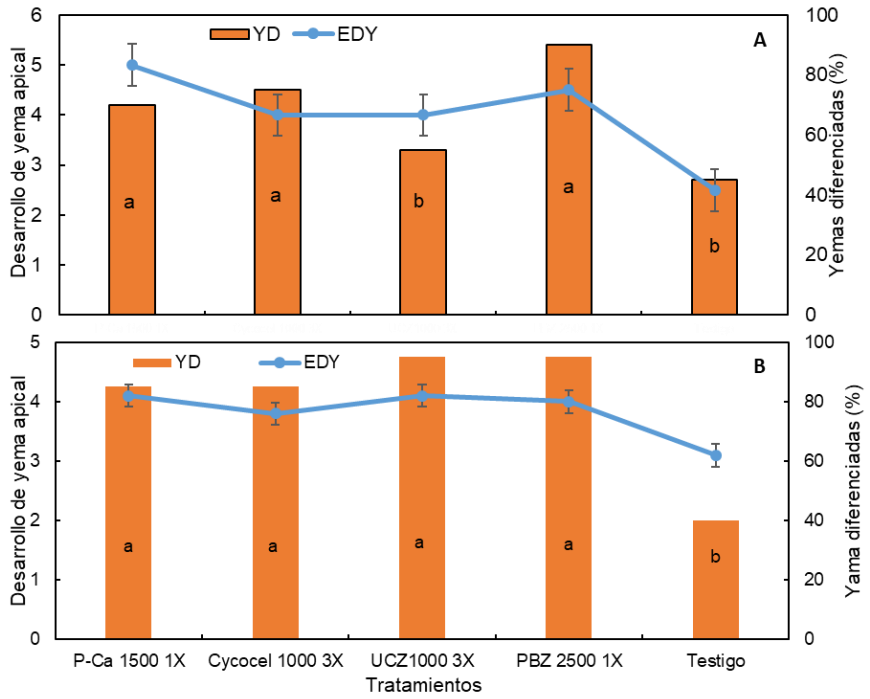

Figura 11. Desarrollo de la yema apical y porcentaje de yemas diferenciadas en árboles de 'Tommy Atkins' por efecto de tratamientos. Las barras en cada punto representan el promedio de 24 yemas por tratamiento ± error estándar. Nayarit, 2020 (A) y 2021 (B).

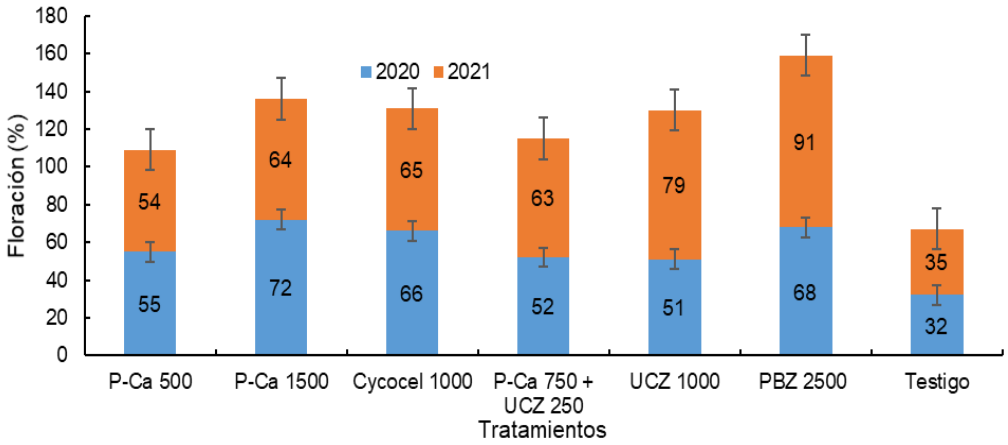

Figura 12. Porcentaje de floración obtenido en árboles de mango 'Tommy Atkins' durante 2010 (A) y 2021 (B), por efecto de tratamientos. Las barras en cada punto representan el promedio de 6 árboles por tratamiento ± error estándar. Nayarit 2020-2021

Tabla 14. Amarre de frutos evaluado con base al número de frutos por inflorescencia a los 45 días después de plena floración (inicial) y 8 días antes de cosecha (final). Nayarit, 2020-2021.

Tratamientos y dosis (mg L^{-1})	2020		2021	
	Inicial	Final	Inicial	Final
P-Ca 500 (3x)[z]	10 bc[y]	1.8 a	12.2 a	2.2 a
P-Ca 1500	15 a	1.7 a	12.0 ab	2.1 a
CYCOCEL 1000 (3X)	14 ab	2.1 a	9.4 b	2.1 a
P-Ca 750 + UCZ 250 (3X)	13 ab	1.8 a	11.9 ab	2.4 a
UCZ 1000 (3X)	14 ab	2.2 a	12.3 a	2.1 a
PBZ 2500 (1X)	12 abc	1.8 a	11.9 ab	2.1 a
Testigo	8 c	1.6 a	11.0 ab	1.5 a

[Z] 1X una aplicación; 3X tres aplicaciones.
[x] Medias con la misma letra dentro de columnas, no son significativamente diferentes. Tukey $P \leq 0.05$

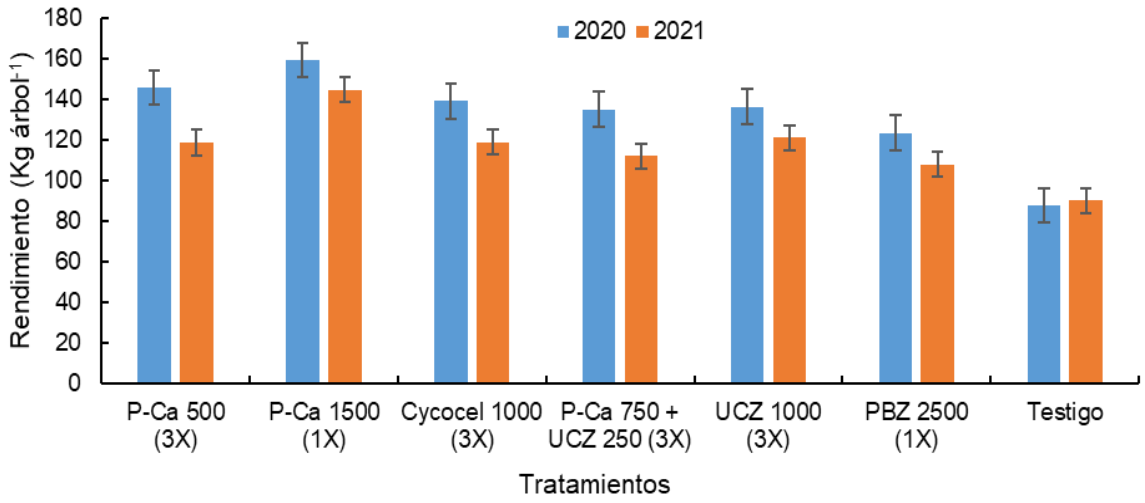

Figura 13. Rendimiento (kg de fruta por árbol) alcanzado en árboles de mango ´Tommy Atkins´ por efecto de tratamientos. Las barras en cada punto representan el promedio de 6 árboles por tratamiento ± error estándar. Nayarit 2020-2021

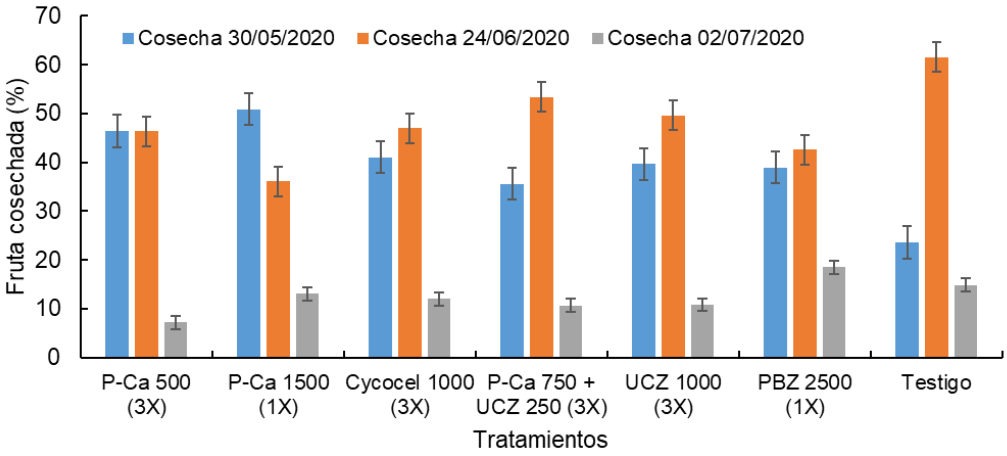

Figura 14. Porcentaje de fruta cosecha en tres diferentes fechas de cosecha por efecto de tratamientos en árboles de 'Tommy Atkins'. Las barras en cada punto representan el promedio de 6 árboles por tratamiento ± error estándar. Nayarit, 2020.

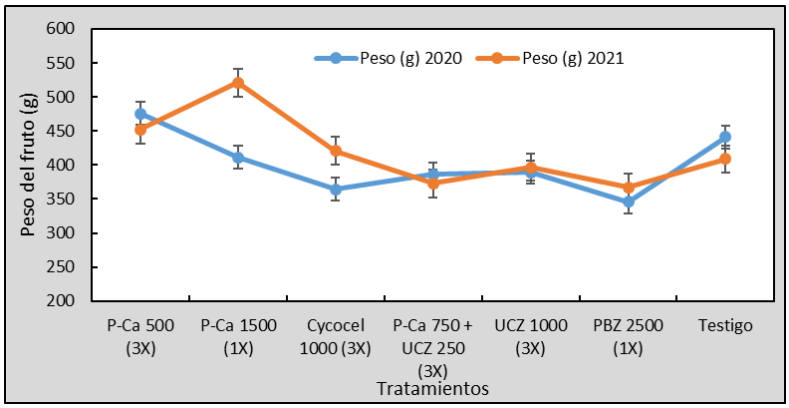

Figura 15. Peso promedio del fruto en árboles de ´Tommy Atkins' por efecto de tratamientos. Las barras en cada punto representan el promedio de 20 frutos por tratamiento ± error estándar. Nayarit 2020-2021.

Tabla 15. Estado de desarrollo de yema apical (EDY), porcentaje de yemas diferenciadas (YD) y tiempo en ocurrió la diferenciación (TOD) por efecto de tratamientos en mango 'Kent'. Nayarit, 2021.

Tratamientos	EDY	YD (%)	TOD (Días)
1. P-Ca 1500, 1X[z]	4	100	122
2. Cycocel 1000, 3X	4	100	119
3. UCZ 1000, 3X	4	100	122
4. PBZ 2500, 1X	4	100	118
5. Testigo	4	100	138

[z] Dosis en mg L^{-1}; 1X = una aplicación y 3X = tres aplicaciones.

Tabla 16. Porcentaje de floración, tiempo en el que ocurrió plena floración y adelanto de floración por efecto de tratamientos en mango 'Kent'. Nayarit, 2021.

Tratamientos	Floración total (%)	Plena Floración (Días)	Adelanto (Días)[x]
P-Ca 500, 3X[z]	100 a[y]	135 c	21 a
P-Ca 1500, 1X	100 a	135 c	21 a
Cycocel 1000, 3X	100 a	137 bc	19 ab
UCZ 1000, 3X	100 a	139 b	17 b
PBZ 2500, 1X	100 a	135 c	21 a
Testigo	76 a	156 a	0 c

[z] Dosis en mg L^{-1}; 1X = una aplicación y 3X = tres aplicaciones. [y] Medias con la misma letra dentro de columnas, no son significativamente diferentes. Tukey P ≤ 0.05. [x] Adelanto en floración respecto al testigo

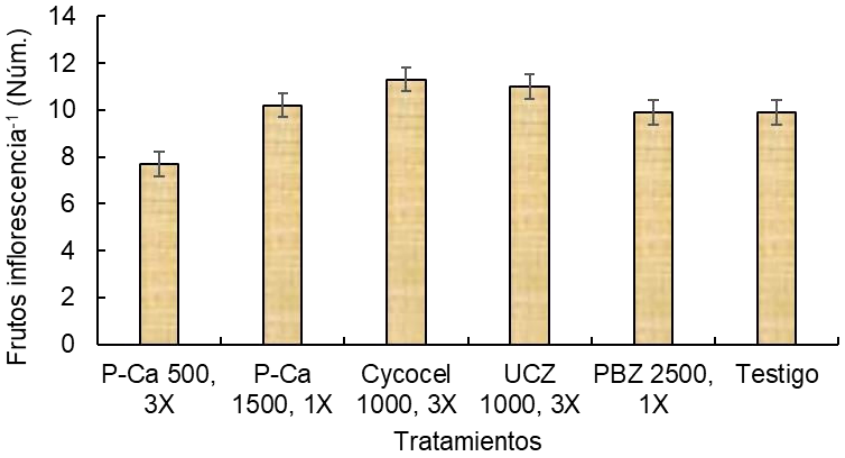

Figura 16. Efecto de tratamientos en el amarre inicial de frutos, evaluado a 45 días después de plena floración en árboles de 'Kent'. Las barras en cada punto representan el promedio de 20 inflorescencias por tratamiento ± error estándar. Nayarit, 2021.

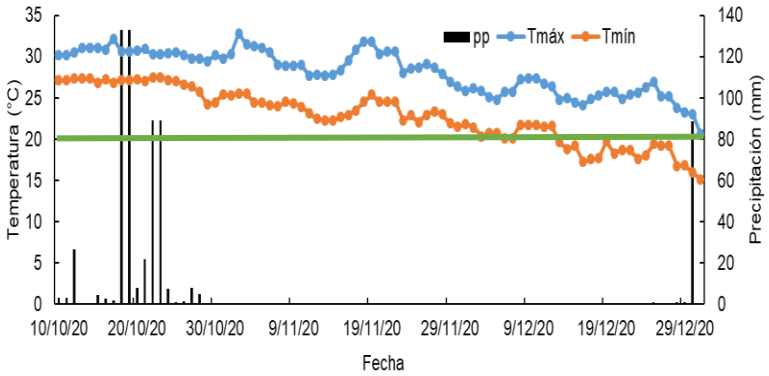

Figura 17. Temperatura máxima, mínima y precipitación de octubre a diciembre de 2020. Santiago Ixcuintla, Nayarit

Tabla 17. Número y kilogramos de fruta por árbol en mango ´Kent´ por efecto de tratamientos. Nayarit, 2021.

Tratamiento	Rendimiento (Kg árbol^{-1})	Adelanto en cosecha (Días)
P-Ca 500 (3X)[z]	112 b	15 a
P-Ca 1500 (1X)	128 a	15 a
Cycocel 1000 (3X)	119 a	12 ab
UCZ 1000 (3X)	128 a	10 ab
PBZ 2500 (1X)	132 a	18 a
Testigo	113 b	0 b

[z] Dosis en mg L^{-1}; 1X = una aplicación y 3X = tres aplicaciones.
[y] Medias con la misma letra dentro de columnas, no son significativamente diferentes. Tukey $P \leq 0.05$.

Tabla 18. Tamaño del fruto obtenido en peso fresco, longitud y diámetro por efecto de tratamientos en mango 'Kent'. Nayarit, 2021.

Tratamiento	Peso (g)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)
P-Ca 500 (3X)[z]	615 b[y]	11.3 a	10.3 b
P-Ca 1500 (1X)	700 a	11.7 a	10.8 ab
Cycocel 1000 (3X)	735 a	11.7 a	11.3 a
UCZ 1000 (3X)	675 ab	11.2 a	11.2 a
PBZ 2500 (1X)	725 a	11.7 a	10.9 ab
Testigo	654 b	11.7 a	10.5 b

[z] Dosis en mg L^{-1}; 1X = una aplicación y 3X = tres aplicaciones.
[y] Medias con la misma letra dentro de columnas, no son significativamente diferentes. Tukey $P \leq 0.05$.

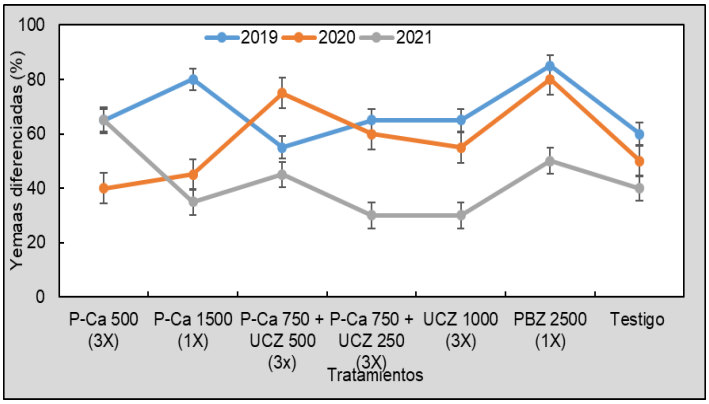

Figura 18. Porcentaje de yemas diferenciadas en árboles de mango 'Ataulfo' por efecto de tratamientos. Las barras en cada punto representan el promedio de 24 yemas muestreadas por tratamiento ± error estándar. Colima, 2019-2021.

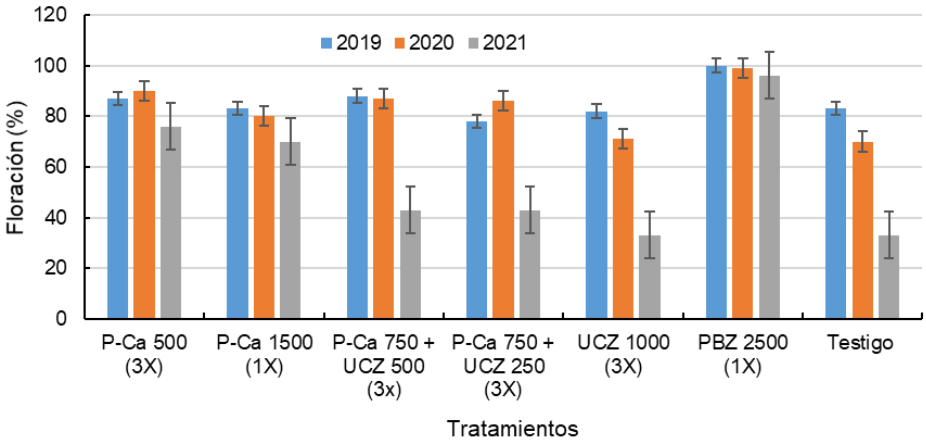

Figura 19. Porcentaje de floración en árboles de 'Ataulfo' por efecto de tratamientos. Las barras en cada punto representan el promedio de 6 árboles por tratamiento ± error estándar. Nayarit 2019-2020.

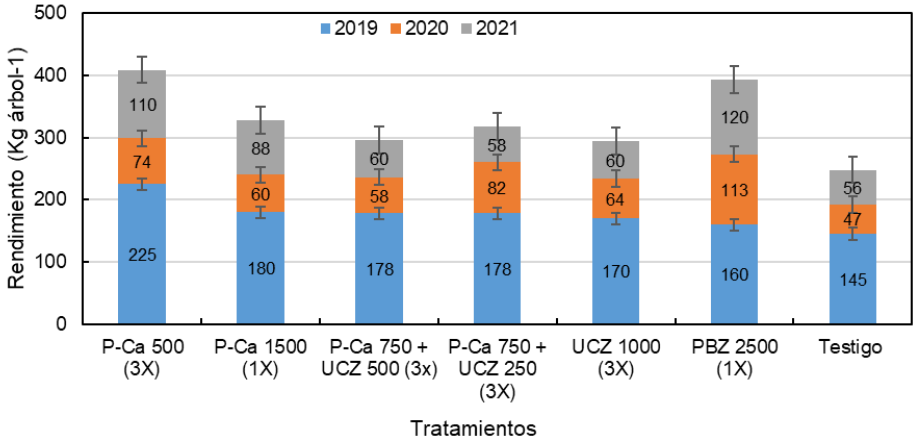

Figura 20. Rendimiento en base a Kg de fruta por árbol en mango 'Ataulfo' por efecto de tratamiento. Las barras en cada punto representan el promedio de 6 árboles por tratamiento ± error estándar. Colima, 2019-2020.

Experimento 5) Efecto de poda y nutrición en el proceso de floración de diferentes cultivares de mango. El cual comprende los siguientes sub experimentos:

Experimento 5.1. Época e intensidad de poda en la floración y producción del mango Ataulfo.

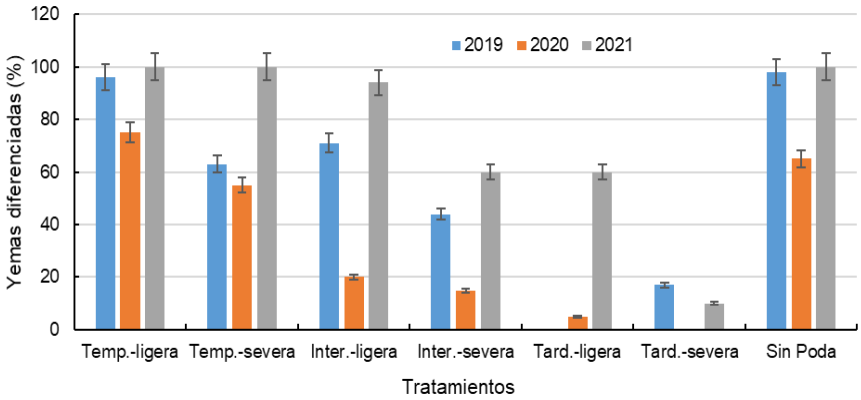

Figura 21. Porcentaje de yemas diferenciadas en árboles de mango 'Ataulfo' por efecto de tratamientos. Las barras en cada punto representan el promedio de 24 yemas por tratamiento ± error estándar. Nayarit, 2019-2021.

Tabla 19. Porcentaje de floración y retraso con relación al testigo, en árboles de mango 'Ataulfo'. Nayarit, 2019-2021.

Tratamiento	Floración Total (%)			Retraso (días)[z]		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Temp.-ligera	61 ab[y]	70 a	94 a	0 c	10 c	14 b
Temp.-severa	28 c	60 a	91 a	10 b	13 c	18 ab
Inter.-ligera	46 b	57 ab	85 a	28 a	34 b	21 a
Inter.-severa	43 b	47 b	58 b	30 a	31 b	29 a
Tard.-ligera	70 a	29 c	59 b	0 c	52 a	29 a
Tard.-severa	53 b	15 c	19 c	0 c	55 a	29 a
Sin Poda	75 a	71 a	99 a	0 c	0 c	0 c

[z] Retraso de floración con relación al testigo
[y] Medias con la misma letra dentro de columnas, no son significativamente diferentes. Tukey $P \leq 0.05$.

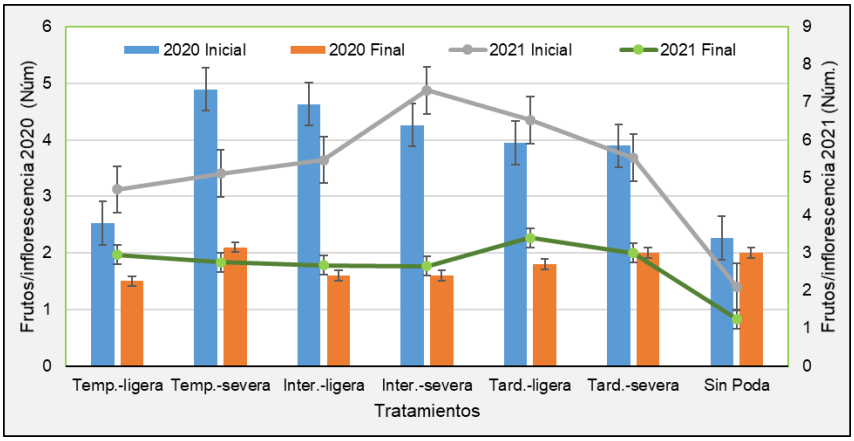

Figura 22. Frutos retenidos por inflorescencia a los 45 días después de plena floración (amarre inicial) y ocho días antes de la cosecha (amarre final) en mango 'Ataulfo' por efecto de tratamientos. Las barras en cada punto representan el promedio de 24 inflorescencias por tratamiento ± error estándar. Nayarit 2020-2021.

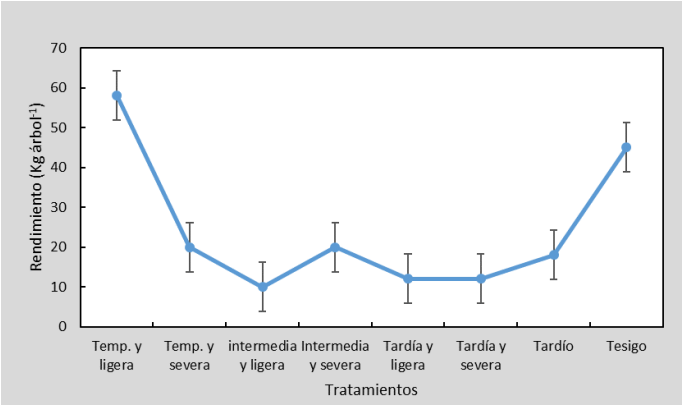

Figura 23. Rendimiento obtenido en el primer año de evaluación, en árboles de mango 'Ataulfo' por efecto de la interacción época*severidad de poda. Nayarit, 2019.

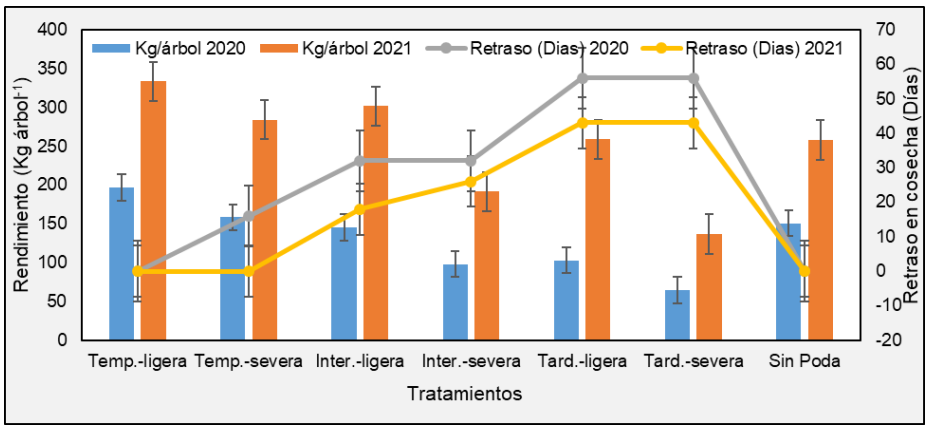

Figura 24. Rendimiento y retraso en la cosecha en árboles de mango 'Ataulfo' por efecto de tratamientos. Las barras en cada punto representan el promedio de seis árboles por tratamiento ± error estándar. Nayarit 2020-2021.

Tabla 20. Fechas de cosecha por efecto de tratamientos, precios por kg de fruta y ganancias obtenidas por la producción de fruta por árbol en mango 'Ataulfo'. Nayarit, 2020

Tratamientos	Fecha de cosecha	Precio/kg ($)	Precio/árbol ($)
Temprana-ligera	30- mayo	3.2	631.5
Temprana-severa	15-junio	3.2	508.5
Intermedia-ligera	30-junio	5.4	780.0
Intermedia-severa	30-junio	5.4	525.0
Tardía-ligera	30-julio	8.9	918.8
Tardía-severa	30-julio	8.9	575.0
Sin poda	30-mayo	3.2	484.7

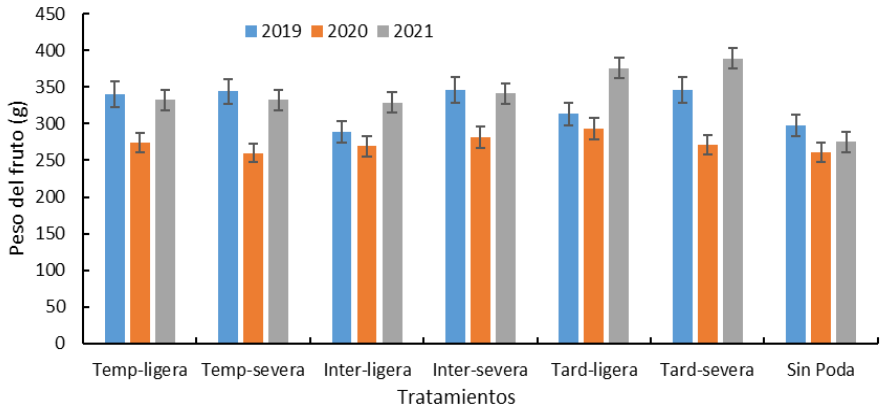

Figura 25. Peso promedio del fruto de mango 'Ataulfo' obtenido por efecto de tratamientos. Las barras en cada punto representan el promedio de 20 frutos por tratamiento ± error estándar. Nayarit, 2020-2021

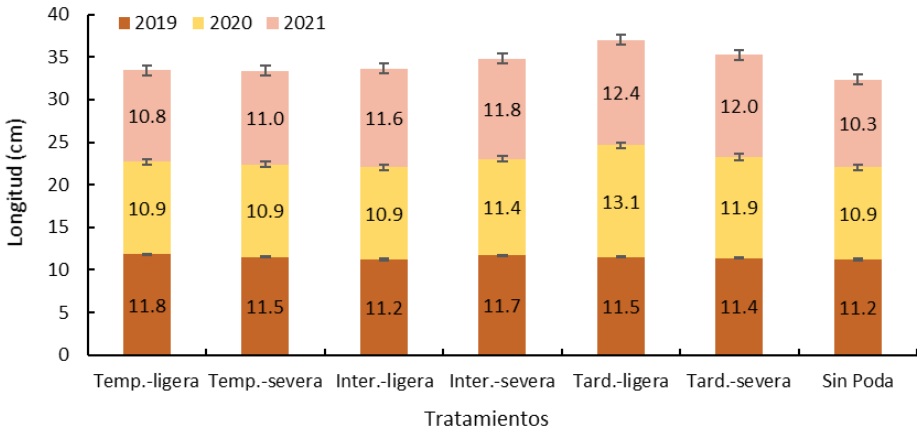

Figura 26. Longitud y diámetro de fruto logrado por efecto de tratamientos en mango 'Ataulfo'. Las barras en cada punto representan el promedio de 20 frutos por tratamiento ± error estándar. Nayarit, 2020-2021

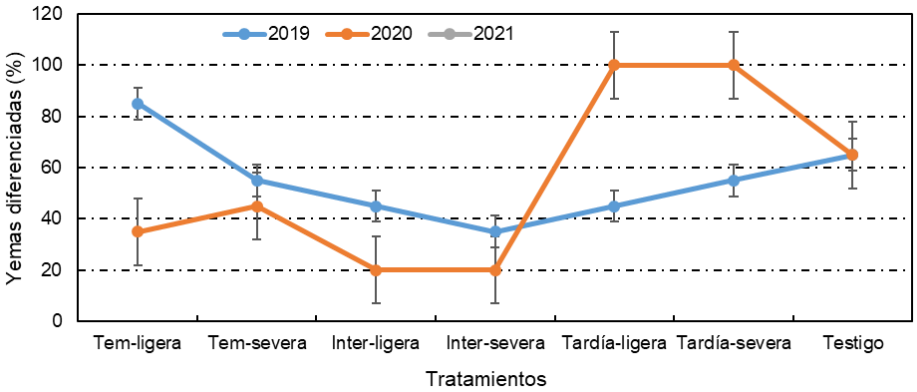

Figura 27. Porcentaje de yemas diferenciadas obtenido por efecto de tratamiento en árboles de 'Ataulfo'. Colima 2019-2021.

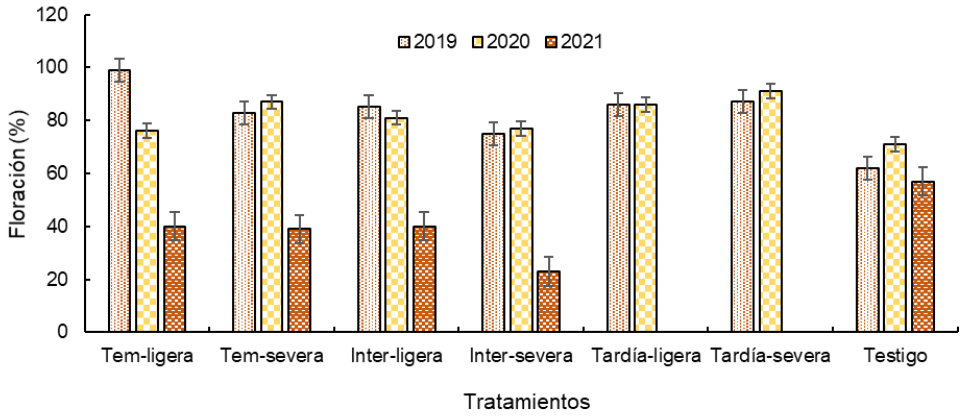

Figura 28. Porcentaje de floración logrado por efecto de tratamiento en árboles de 'Ataulfo'. Colima 2019-2021.

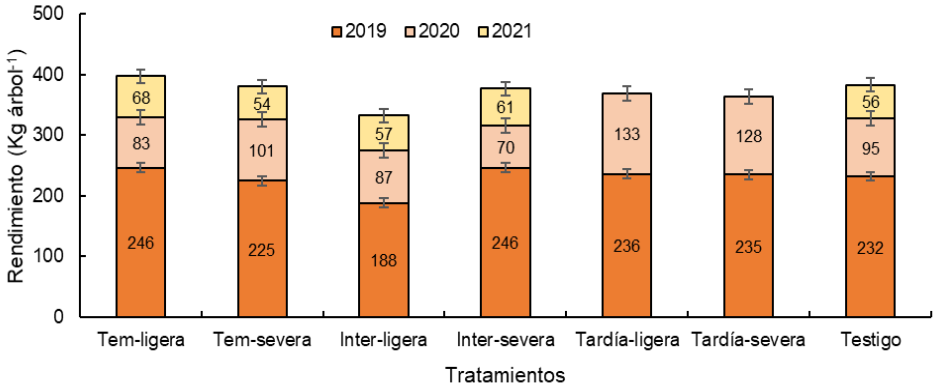

Figura 29. Rendimiento obtenido por efecto de tratamiento en árboles de 'Ataulfo'. Colima 2019-2021.

Experimento 5.2. Estrategias nutricionales y de manejo integral sustentable para inducción y diferenciación floral en mango 'Ataulfo'.

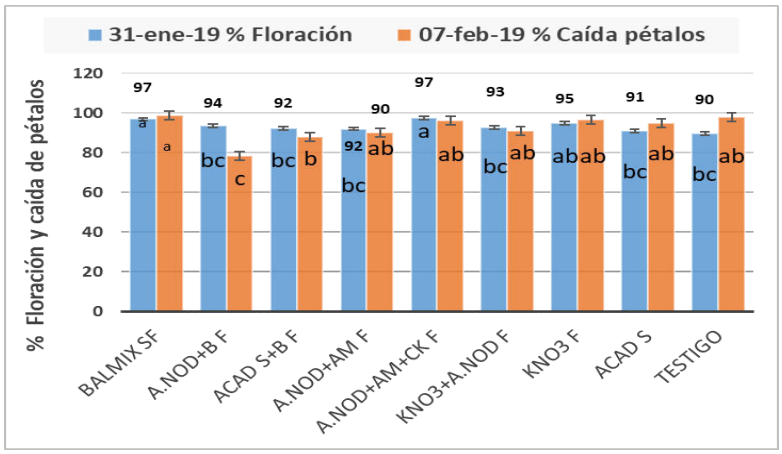

Figura 30. Porcentaje (%) de máxima floración y caída de pétalos ocurrida en enero y febrero de 2019, por efecto de tratamiento en mango 'Ataulfo'. Nayarit. 2019.

Tabla 21. Número y porcentaje (%) de frutos por inflorescencia por efecto de tratamientos en mango 'Ataulfo'. Nayarit, 2019

Tratamientos	Frutos por rama	Frutos amarrados (Núm.)	%
Balmix SF	15	9.6	63 a
A. Nod + BF	21	12.5	54 ab
Acad S + BF	20	11.3	59 ab
A. Nod + Am F	22	9.7	45 b
A. Nod + AmF + Ck F	18	9.6	57 ab
KNO3 + A.nod F	21	11.2	56 b
KNO3 F	17	10.4	52 b
Acad S	18	9	53 ab
Testigo	18	7.6	44 b
Promedio	19	10	54

Tabla 22. Número de frutos por árbol, peso del fruto y rendimiento obtenido por efecto de tratamientos en mango 'Ataulfo'. Nayarit, 2019.

Tratamientos	Frutos árbol-1 (Núm.)		Peso del fruto (g)		Rendimiento (T ha^{-1})	
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Error Est.
Balmix SF	584	85	370	21	20.3	1.6
A. Nod + BF	680	147	353	7	24.0	2.1
Acad S + BF	654	77	329	26	21.5	1.0
A. Nod + Am F	604	68	341	29	20.6	1.2
A. Nod + AmF + Ck F	569	34	351	26	20.0	0.6
KNO3 + A.nod F	493	34	332	12	16.4	0.5
KNO3 F	663	48	310	19	20.5	0.6
Acad S	664	96	338	21	22.3	1.2
Testigo	380	51	285	33	10.8	0.9
Promedio	588	116	335	31	19.8	1.2

Tabla 23. Valores medios de los porcentajes de floración inicial (Enero), plena floración (Marzo) y floración acumulada por efecto de tratamientos en mango 'Ataulfo', Nayarit 2020.

Tratamiento	Ene		Feb		Mar		Acum	
Balmix F+Sue	2.10	b^z	22.1	c	42.6	ab	67	b
A.nodosum F+Balmix F	2.71	b	38.5	b	28.8	c	70	ab
A.nodosum +Cks+Am. F	4.34	a	48.4	a	15.2	d	68	b
A.nodosum Sue+ Balmix F	1.51	bc	10.5	d	48.9	a	61	c
Testigo	2.28	b	21.3	c	49.4	a	73	a

^{z} Medias con la misma letra dentro de columnas, no son significativamente diferentes. Tukey $P \leq 0.05$

Tabla 24. Frutos por árbol y rendimiento en toneladas por hectárea (T ha^{-1}) por efecto de tratamientos en mango 'Ataulfo'. Nayarit, 2020.

Tratamiento	Frutos árbol^{-1} (Núm.)		Rendimiento (T ha^{-1})	
	Media		Media	
Balmix F+Sue	363.3	a^z	11.0	bc
A.nodosum F+Balmix F	374.9	a	11.6	bc
A.nodosum +Cks+Am. F	426.1	a	14.0	a
A.nodosum Sue+ Balmix F	372.3	a	12.2	ab
Testigo	356.5	a	10.7	bc
p		0.216		0.01

^{z} Medias con la misma letra dentro de columnas, no son significativamente diferentes. Tukey $P \leq 0.05$

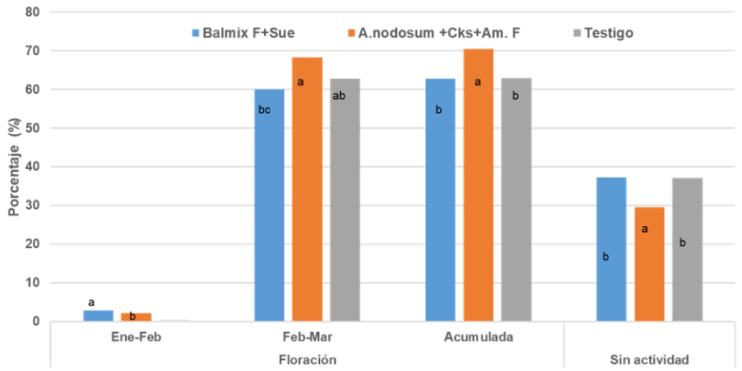

Figura 31. Porcentaje de floración inicial (ene-feb), plena (feb-mar) y acumulada, e inactividad floral, por tratamiento en mango 'Ataulfo'. Nayarit, 2020.

Tabla 25. Frutos por árbol y rendimiento en toneladas por hectárea por efecto de tratamientos en mango 'Ataulfo'. Nayarit, 2020.

Tratamiento	Frutos árbol^{-1} (Núm.)		Rendimiento (T ha^{-1})	
	Media		Media	
Balmix F+Sue	321.6	bc^{z}	12.0	b
A.nodosum +Cks+Am. F	370.8	ab	14.0	a
Testigo	388.7	a	12.7	b

^{z} Medias con la misma letra dentro de columnas, no son significativamente diferentes. Tukey $P \leq 0.05$

Tabla 26. Peso, longitud, diámetro y SST por tratamiento en mango 'Ataulfo'. Nayarit, 2020.

Tratamiento	Peso (g)		Longitud (cm)		Diámetro (mm)		SST (ºBrix)	
	Media		Media		Media		Media	
Balmix F+Sue	308.2	ab^{z}	11.4	b	7.2	ab	13.5	ab
A.nodosum +Cks+Am. F	324.6	a	12.1	a	7.5	a	14.5	a
Testigo	296.3	bc	11.1	b	6.8	bc	12.3	bc

^{z} Medias con la misma letra dentro de columnas, no son significativamente diferentes. Tukey $P \leq 0.05$

Tabla 27. Días a máxima floración y porcentaje de floración máxima. Por efecto de tratamientos para sincronizar floración, en mango 'Ataulfo'. Nayarit, 2021.

Tratamiento	Días a máxima floración[z]		Floración máxima (%)	
Balmix+A nod+ F1	86.3	d[y]	90.2	a
Fi Gran+ A nod+ F1	85.0	bc	90.8	a
Fi Hidro+ A nod+ F1	81.2	a	92.2	a
Balmix + A nod+ F2	85.3	bc	92.4	a
Fi Gran + A nod+ F2	85.6	c	91.0	a
Fi Hidro+ Anod+ F2	83.7	bc	91.7	a
Balmix+NO_3K F2	85.0	c	93.0	a
Fi Gran+NO_3K F2	81.0	a	91.3	a
Fi Hidro+NO_3K F2	83.1	b	91.1	a
Testigo (2kg T17)	87.2	d	57.8	b

[z] Días a partir de primera fecha de aplicación de los bioestimulantes (F1)
[y] Medias con la misma letra dentro de columnas, no son significativamente diferentes. Tukey $P \leq 0.05$

Tabla 28. Componentes del rendimiento del mango 'Ataulfo' por tipo de fertilizante e inductor para floración y calidad del fruto. Nayarit. 2020-2021.

Tipo	Factor	Frutos por árbol (Núm.)	Peso (g)		Rendimiento (kg árbol^{-1} y T ha^{-1})	
			Regular	Grande	Árbol	Ha
Fertilizante	Balmix	224 bc[z]	305 b	402 b	76 bc	10.2 bc
	Fi Gran	281 a	313 ab	406 b	100 a	13.4 a
	Fi Hidro	251 ab	334 a	425 a	90 ab	12.0 ab
	Test (2 kg T17)	258 ab	306 b	406 b	81 bc	10.8 bc
Inductor	A. nod. F1	291 a	323 a	414 a	102 a	13.7 a
	NO3K F2	248 b	321 a	418 a	86 bc	11.6 bc
	A. nod. F2	248 b	329 a	411 ab	89 ab	12.0 ab
	Sin	231 bc	293 b	397 b	74 c	9.9 c
Media		252	314	411	87	11643

[z] Medias con la misma letra dentro de columnas, no son significativamente diferentes. Tukey $P \leq 0.05$.

Presentaciones (presentación oral y de póster)

1. Conferencia “Inhibidores de giberelinas y su efecto en el proceso de floración en mango, como una alternativa al paclobutrazol: primeros avances”, presentada en X Reunión Nacional de Investigación Agrícola, Chiapas, 2019.
2. Conferencia “Variabilidad de la temperatura para la región productora de mango en Colima y Nayarit”, presentada en X reunión Nacional de Investigación Agrícola, Chiapas, 2019.
3. Conferencia “El ambiente como factor clave en la producción del mango”. 2º. Congreso Internacional de Productores y Exportadores de Mango. EMEX. Puerto Vallarta, Jalisco, 2019.
4. Presentación de avances de resultados del proyecto en el evento “Día del Productor Expo-INIFAP Tecomán 2019”, realizado en el Campo Experimental Tecomán el 2 y 3 de octubre de 2019, en Tecomán Colima.
5. Presentación de resultados del proyecto “Estrategias para evitar floración irregular y modificar época de cosecha del mango mediante un manejo integrado”. Décimo Noveno Congreso Internacional sobre el Mango Peruano. Piura Perú, 2020.Virtual.
6. Conferencia “Estrategias para prevenir la floración irregular del mango”. Seminario Virtual. AGEXPORT, Guatemala. 2020
7. Conferencia “Efecto de la temperatura y reguladores de crecimiento en el proceso de floración del mango”. Ciclo de talleres de extensión agrícola para productores de mango campaña 2021-2022. APEM, Perú, 2021
8. Conferencia “Poda y manejo de la floración en mango”, Clúster de mango dominicano (PROMANGO). Jornadas Técnicas Virtuales. República Dominicana, 2021.
9. Presentación Oral “Floración y rendimiento con inhibidores de giberelinas alternativos al paclobutrazol en mango ‘Tommy Atkins’” e “Intensidad y época de poda y su relación con desarrollo floral en mango ‘Ataulfo’. Presentadas en el XXVIII Congreso Nacional y VIII Internacional de Fitogenética, realizado del 20 al 24 de septiembre 2021. Virtual.
10. Cartel “Respuesta a la intensidad y época de poda en mango ‘Ataulfo’ en Colima”. XXVIII Congreso Nacional y VIII Internacional de Fitogenética, realizado del 20 al 24 de septiembre de 2021. Virtual.
11. Cartel “Modificación de cosecha e incremento en la productividad del mango ‘Ataulfo’ mediante la poda”. XI Reunion Nacional de Investigación Agrícola, del 10 al 12 de noviembre del presente año. Virtual

•Artículos de revisión del mismo nivel o abstracto

Artículo científico en revisión a la Revista Fitotecnia Mexicana.

Título del artículo: "Floración y alto rendimiento con inhibidores de giberelinas alternativos al paclobutrazol en mango 'Tommy Atkins'"

Literatura citada

Abdel Rahim A. O. S., O.M. Elamin, and F.K. Bangerth. 2011. Effects of growth retardants, paclobutrazol (PBZ) and prohexadione-Ca on floral induction of regular bearing mango(MangiferaindicaL.) cultivars during off season. ARPN J. Agric. Biol. Sci. 6:1990-6145.

Boss P.K., R.M. Bastow, J.S. Mylne, C. Dean. 2004. Multiple pathways in the decision to flower: enabling, promoting, and resetting. The Plant Cell 16, S18–S31

Davenport, T.L. 2006. Pruning strategies to maximize tropical mango production from the time of planting to restoration of old orchards. Hort. Science 41: 544-548.

Davenport, T.L. 2007. Reproductive physiology of mango. Braz. J. Plant Physiol., 19(4):363-376,

De Sousa Lima G.M., M.C. Toledo Pereira, M. Brito Oliveira, S. Nietsche, G.P. Mizobutsi, W.M. Públio Filho, D. Souza Mendes. 2016. Floral induction management in 'Palmer' mango using uniconazole Manejo da indução floral da mangueira 'Palmer' com uso de uniconazole. Ciência Rural, Santa Maria, v.46, n.8, p.1350-1356.

Do Carlo Mouco, M. A. do C. Ono, E. O. Rodrigues, J. D. 2011. Control of vegetative growth and flowering on mango cv. Kent with plant growth regulators. .Revista Brasileira de Fruticultura; 33(4):1043-1047. Horticulture Innovation Australia. P. 20-26.

Espinoza A., J., J.F. Arias S., H.R. Rico P., M.A. Miranda S., J. Jaier M., A. López A., E. Vargas G., R. Teniente O. 2006. Manejo y protección de la floración para cosecha temprana de mango cv. Haden en Michoacán, México. INIFAP. CIRPAC. C.E. Valle de Apatzingán. Publicación científica No. 1. Apatzingán, Mich. 46 p.

Gopu, B., T.N. Balamohan, V. Swaminathan, P. Jeyakumar and P. Soman. 2017. Effect of Growth Retardants on Yield and Yield Contributing Characters in Mango (Mangifera indica L.) cv. Alphonso under Ultra High Density Plantation. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 6: 38653873.

McConchie, C. 2018. Manipulating Mango Flowering to Extend Harvest Window. Hort Innovation-Final Report. Sydney NSW. 75 p.

Osuna-Enciso, E. M. Engleman, A. E. Becerril-Román, R. Mosqueda-Vázquez, M. Soto-Hernández y A. Castillo-Morales. 2000. Iniciación y diferenciación floral en mango 'Manila'. Agrociencia 34: 573-581.

Pereira Oliveira, G., D. Lopes de Siqueira, L.C. Chamhum Salomão, P.R. Cecon, D.L. Magalhães Machado. 2017. Paclobutrazol and branch tip pruning on the flowering induction and quality of mango tree fruits. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia 47: 7-14.

Pérez B., M.H. V. Vázquez V., and J.A Osuna G. 2009. Floral Bud development of 'Tommy Atkis' mango under tropical condition in Nayarit, Mexico. Acta Horticulturae 820:197-204.

Pérez –Barraza, M.H., E, Avitia-García, R. Cano-Medano, M.A. Gutierrez-Espinosa, T. osuna-Enciso, A.I. Pérez-luna. 2018. Temperatura e inhibidores de giberelinas en el proceso de floraci+on del mango Átaulfo´. Rev. Fitotec. Mex. 41: 543-549

Reddy Y.T.N. and R.M. Kurian. 2012. Effect of pruning and chemicals on flowering and fruit yield in mango cv. Alphonso. *J. Hortl. Sci.* 7: 85-87.

Rodriguez, K., M. Aranguren, and E. Farrés. 2007. Efecto del paclobutrazol en el desarrollo vegetativo e inicio de la floración en dos cultivares de mango (*Mangifera indica* l.). Memorias del II Simposio Internacional de Fruticultura Tropical y Subtropical. La Habana, Cuba. s/p.

Sandip, M., A.N. Makwana, A.V. Barad, B.D. Nawade. 2015. Physiology of Flowering- The Case of Mango. International Journal of Applied Research 1: 1008-1012Núñez-Elisea, R., T. L. Davenport. 1994. Flowering of mango trees in containers as influenced by seasonal temperature and water stress. Scientia Horticulturae 58:57-66.

Silva, G.J.N., E.M. Souza, J.D. Rodriguez and M. Mouco. 2010. Uniconazole on mango floral induction cultivar 'Kent' at submedio são francisco region, Brazil. Acta horticulturae 884: 677-682.

Singh, V. K. and Bhattacherjee, A. K. 2005. Genotypic response of mango yield to persistence of paclobutrazol in soil. Scientia Hortic. 106:53-59.

Srilatha, V., Y.T.N. Reddy. 2015. Pruning and Paclobutrazol Induced Flowering and Changes in Phenols and Flavonoids of Mango (Mangifera indica L.) cv. Raspuri. Journal of Engineering Computers & Applied Sciences 4: 43-47.

Upreti, K.K., Y.T.N. Reddy, S.R.S. Prasad, G.V. Bindu, H.L. Jayarama, S. Rajan. 2013. Hormonal changes in response to paclobutrazol induced early flowering in mango cv. Totapuri. Scientia Horticulturae 150 (2013) 414–418.

Vázquez, V. V. y Pérez, B. M H.. 2006. Dosis y épocas de aplicación de acido giberélico en la floración y la cosecha del mango Ataulfo. Revista fitotecnia Mexicana 29(3): 197-202.

Wilkie, J. D., M. Sedgley, and T. Olesen. 2008. Regulation of initiation in horticultural trees. J. Exp. Bot. 59:3215-3228.

SECCION FOTOGRÁFICA

INHIBIDORES

Respuesta de prohexadiona de calcio P-Ca 1500 mgL-1 en floración y producción de ‘Tommy Atkins’ (izquierda) y ‘Kent’ (derecha).

GIBERELINAS

Respuesta a la aplicación de giberelinas en mango Kent (A), respuesta en ‘Tommy Atkins’ con una floración retrasada (B) y testigo de ‘Tommy Atkins’ sin giberelina (C)

ÉPOCA E INTENSIDAD DE PODA

Poda en 'Ataulfo'

Árbol con poda (izquierda) y sin poda (derecha)

Respuesta en floración a la época de poda: temprana (A), intermedia (B) en mango<Ataulfo

Respuesta en floración a la época de poda: tardía (A) y floración en ramas podados (B) por efecto de poda tardía.

Respuesta a cosecha en época temprana

Respuesta en producción de fruta con la poda en época intermedia (izquierda) y tardía (derecha), en ambas épocas los frutos siempre fueron más sanos

Cosecha en mango ‘Ataulfo’