

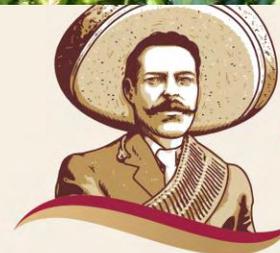
AVANCES RECIENTES EN INDUCCIÓN FLORAL, CUAJADO Y DESARROLLO DE FRUTO EN MANGO



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



2023
AÑO DE
**Francisco
VILLA**

EL REVOLUCIONARIO DEL PUEBLO

Mango
.org

Incertidumbre condiciones ambientales
Baja productividad de los cultivares

Otoño
Tem. cálidas ↑ humedad en suelo

↓
Floración irregular

Reduce Rendimiento y Volumen de exportación



Otoño
Tem. frescas con baja humedad



Floraciones abundantes
Cuantiosa cosecha

Concentra la producción

Incrementa la oferta, baja la demanda y **reduce el Precio**





CONDICIONES CLIMATICAS
▪ No es posible regularlas

Necesidad de conocimiento

Que parámetros del clima
Cuáles procesos modifican
Mitigar este efecto

PODA

NUTRICION

RIEGO

SANIDAD

REGULADORES DE CRECIMIENTO

**Inhibidores síntesis de giberelinas
Hormonas (Ck)**

PRODUCCIONES CONSTANTES Y ESCALONADAS

Que se ha hecho para asegurar la floración?

FLORACIÓN: QUE ES?

Es un proceso de múltiples etapas, implica la transformación de una yema vegetativa, que emite hojas, en una yema floral con emisión de piezas florales



Inducción
(estímulo ambiental, provoca la floración)

Iniciación

Diferenciación floral



FLORACIÓN

Tem. Frescas durante el otoño
Hojas
Genes floración



ESTUDIOS REALIZADOS

PROCESO DE FLORACIÓN

Morfología de yema floral:
Diferenciación floral

Efecto de la temperatura y reguladores del crecimiento en la inducción floral en 'Ataulfo'.

Expresión del gen MiFT en relación con ambiente y reguladores de crecimiento en 'Ataulfo'.

ALTERNATIVAS A PBZ

Efecto del prohexadiona de calcio (P-Ca) en floración y producción del mango cvs Ataulfo, Tommy Atkins y Kent

Efecto de la época e intensidad de poda sobre la floración y producción del mango 'Ataulfo'.

Efecto de bioestimulantes

Validación de resultados

AMARRE Y DESARROLLO DE FRUTOS

Thidiazuron (TDZ) citocinina

AG₃

Amarre y Tamaño de fruto

OBJETIVO



Dar a conocer los diferentes estudios realizados en México sobre el proceso de floración y su relación con temperatura.



Estudios en la búsqueda de una alternativa al PBZ
Validación de esos resultados.



Uso de reguladores de crecimiento para mejorar amarre
desarrollo de fruto.

La finalidad de evitar floraciones irregulares, modificar floración e incrementar amarre, tamaño de fruto y rendimiento

RESULTADOS

Inhibidores de Giberelinas en la Transición Morfológica de Meristemos Vegetativos a Meristemos Reproductivos en Mango 'Ataulfo'

Se seleccionaron brotes vegetativos del flujo de verano (después de poda). Seis árboles



MUESTREOS

Cuatro yemas apicales
bisemanalmente (septiembre-
noviembre)
semanalmente (diciembre hasta
inicio de brotación floral).



Eliminó la mayoría de escarFijadas en FAA



Incluyeron en parafina

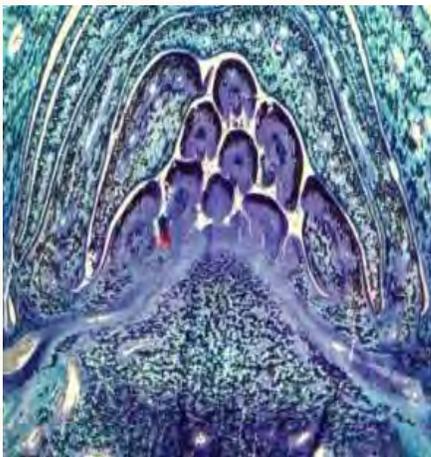


Cortes en micrótopo

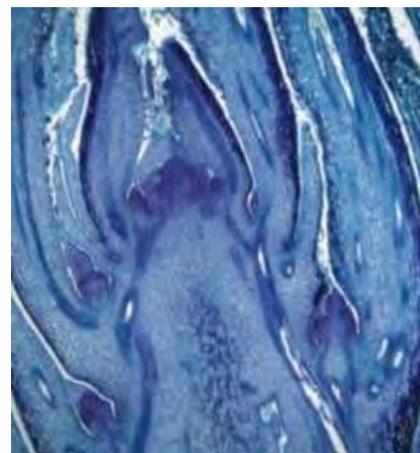


Observaron al microscopio

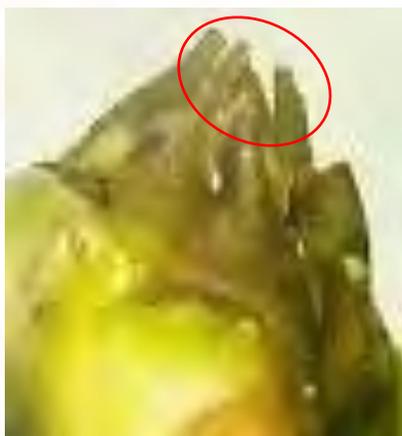
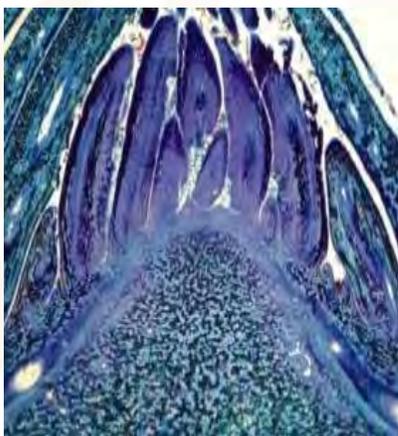
(Escala Pérez et al., 2015)



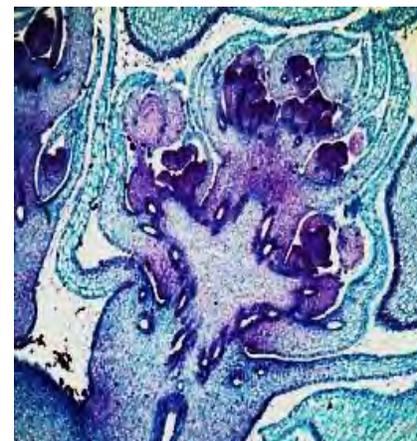
Estadio 1. Yema vegetativa



Estadio 3. Yema determinada a floración



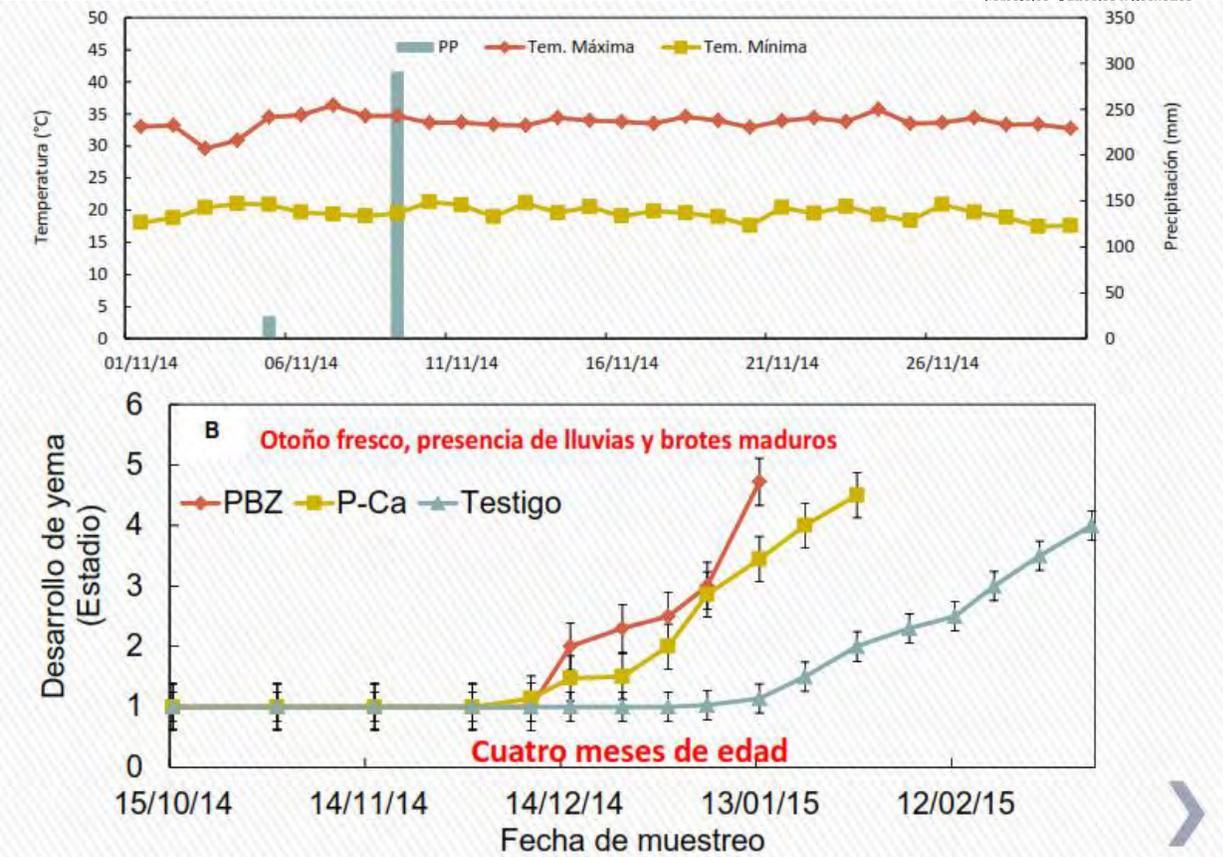
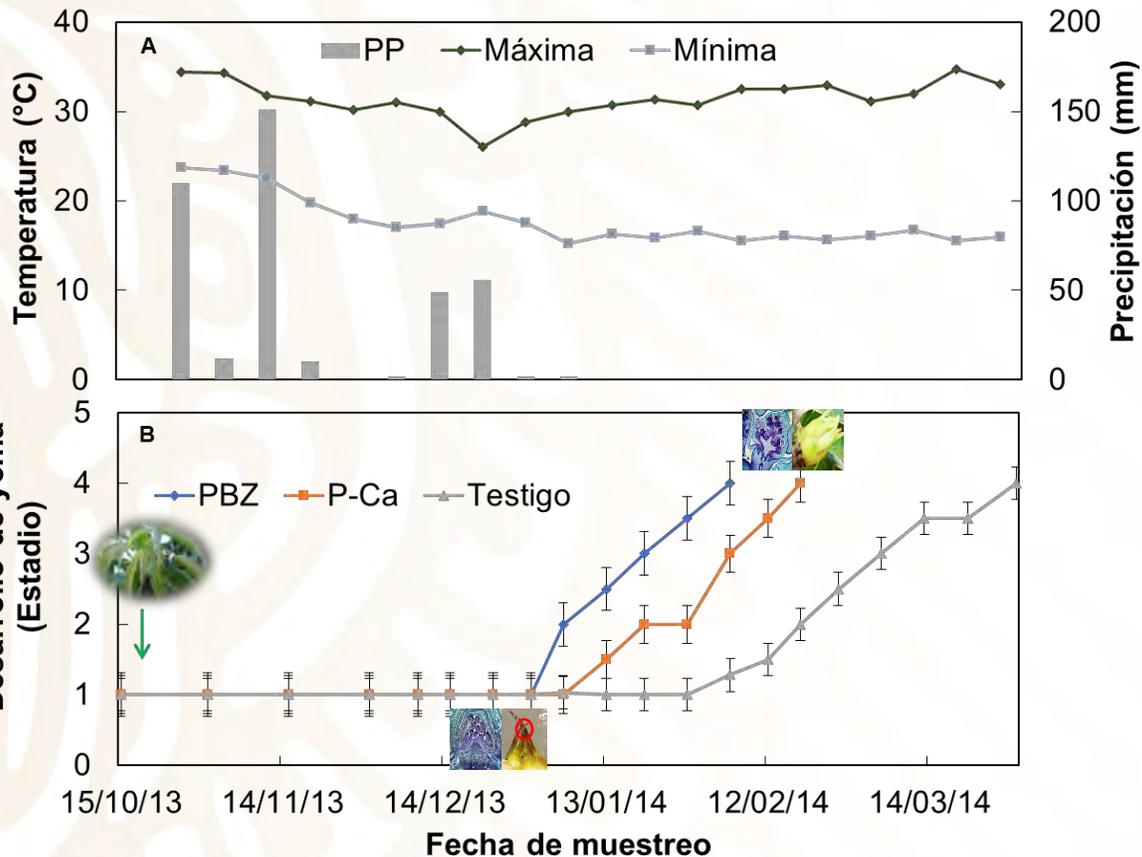
Estadio 2. Iniciación floral



Estadio 4. Yema diferenciada

Finales oct., noviembre y diciembre (1.5 meses)

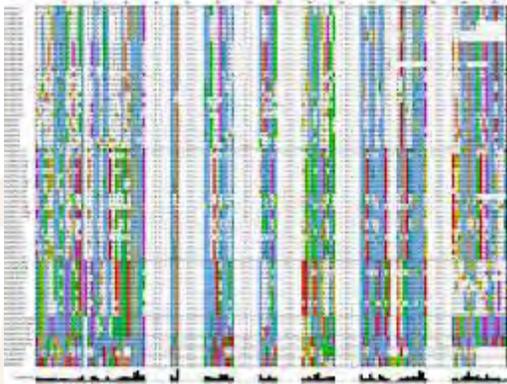
Osuna et al 2000 ('Manila')



Temperatura , precipitación y desarrollo de yema en brotes apicales

ESTUDIOS EXPRESION DE GENES Y REGULADORES MANGO

Arabidopsis thaliana



Genoma

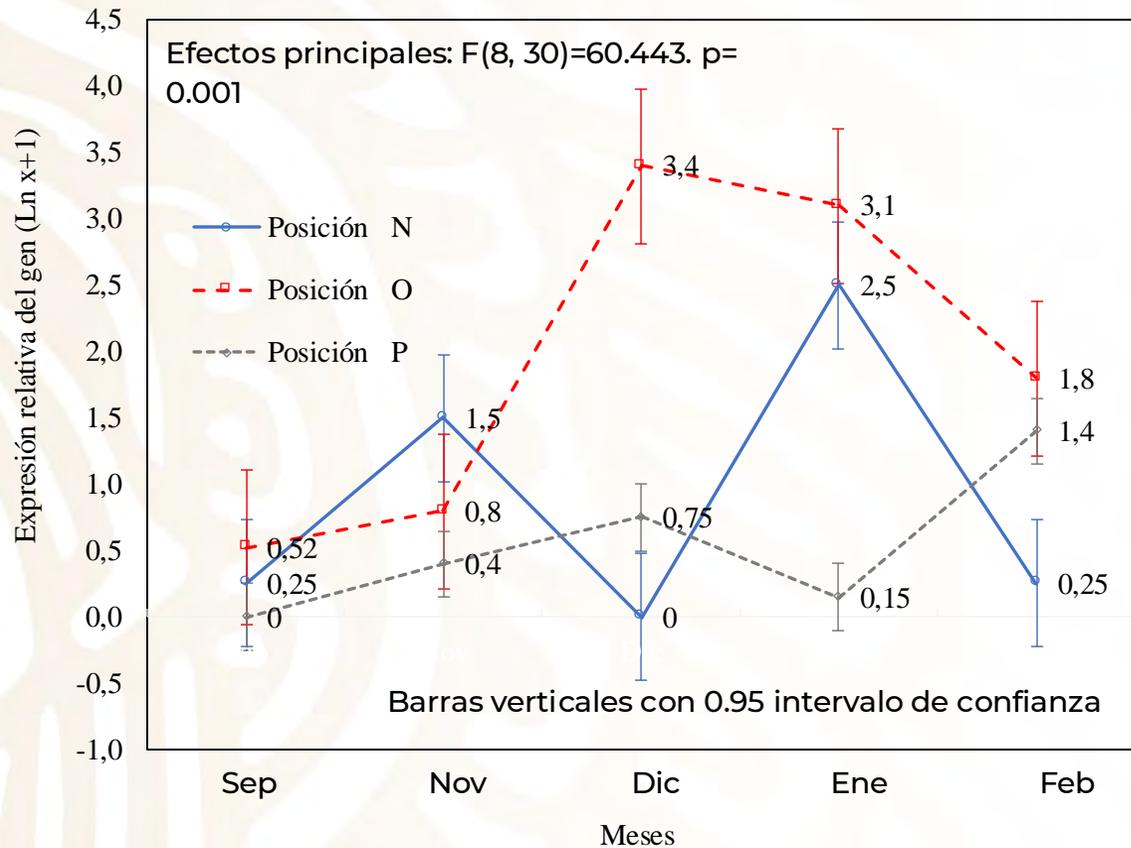
- ◆ 125 mill de pb
- ◆ 25,500 genes
- ◆ 70 % (función)

Genes de floración



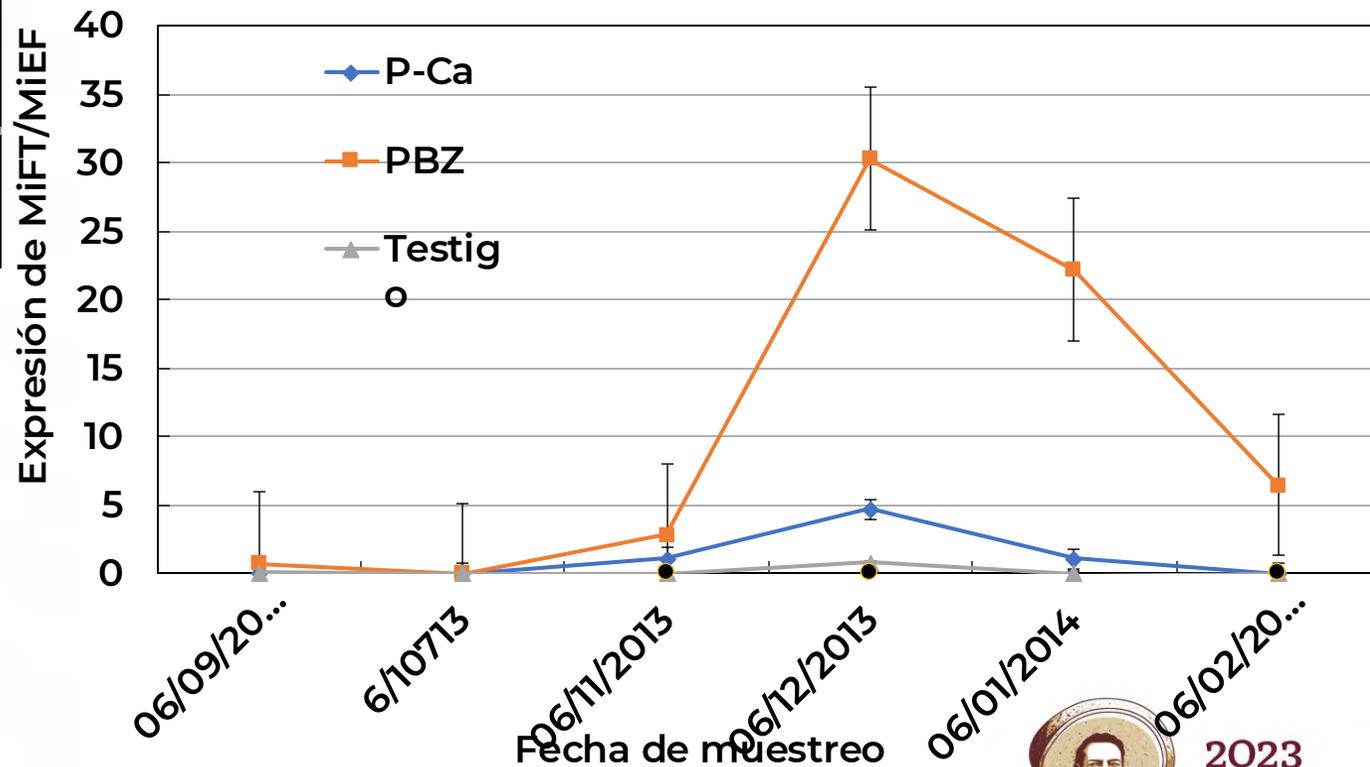
MiFT es señal de la floración en mango

Nakagawa et al. 2012



Tratamientos

1. P-Ca, $500 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 3X
2. PBZ $2500 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 1X
3. AG_3 50 mg L^{-1}
4. Testigo



1

- Proceso de iniciación y diferenciación floral coincide con T° menores a 20°C
 - **Osuna et al., 2000 ('Manila')**

2

- Inhibidores de síntesis de giberelinas, aceleran el proceso de diferenciación
- En condiciones NO inductivas PBZ y P-Ca mejoran diferenciación

3

- MiFT es el gen de la señal de floración en mango
- MiFT esta regulado por luz, temperatura, inhibidores de giberelinas: PBZ, P-Ca
- GAs bloquean la expresión de MiFT, inhibiendo floración

ESTRATEGIAS PARA EVITAR FLORACIÓN IRREGULAR Y MODIFICAR LA ÉPOCA DE COSECHA DEL MANGO ALTERNATIVAS AL PBZ



• OBJETIVOS

- 
- Incrementar la productividad y calidad del mango para exportación mediante un manejo integrado.
- 
- Evitar floraciones irregulares y modificar época de cosecha
 - Alternativas al uso del PBZ, favorables al ambiente.



Ataulfo

Tommy
Atkins

Kent



Resultados Tecnología integrada

Tecnologías con aplicación de inhibidores de giberelinas, enfocadas a evitar floraciones irregulares y obtener cosechas no alternantes.

Alternativa al PBZ

1. **P-Ca 1500 mg L⁻¹ una aplicación entre 45 y 50 días después de la poda realizada inmediatamente después de cosecha (IDDP).**
2. Uniconazol 1000 mg L⁻¹; tres aplicaciones a 30, 45 y 60 días (IDDP).
3. Cycocel 1000 mg L⁻¹, tres aplicaciones a 30, 45 y 60 días (IDDP).

Tecnologías para escalonar la época de cosecha, mejorar la sanidad de fruto e incrementar la productividad del huero.

1. **Poda temprana y ligera, inmediatamente después de la cosecha**
2. Poda intermedia y ligera, dos meses después de la cosecha (Ataulfo)

Tecnologías para madurar yema, mejorar floración, amarre y tamaño de frutos

Bioestimulantes

1. **Extrato de algas + citocininas + aminoácidos. Cuatro aplicaciones; yema madura, inicio, plena floración y amarre de fruto**
2. Balmix. Lixiviado de lombricomposta.

Ayudaron a esclarecer la acción de diferentes reguladores de crecimiento, la nutrición y poda sobre:
Diferenciación de yemas florales, la brotación floral, época de cosecha y producción de fruta.



validarse en huerto comerciales y en diferentes regiones del país



Proyecto

Validación de tecnologías para evitar floración irregular en cuatro variedades de mango

Enfoque de manejo integrado: Financiado por NMB

OBJETIVO

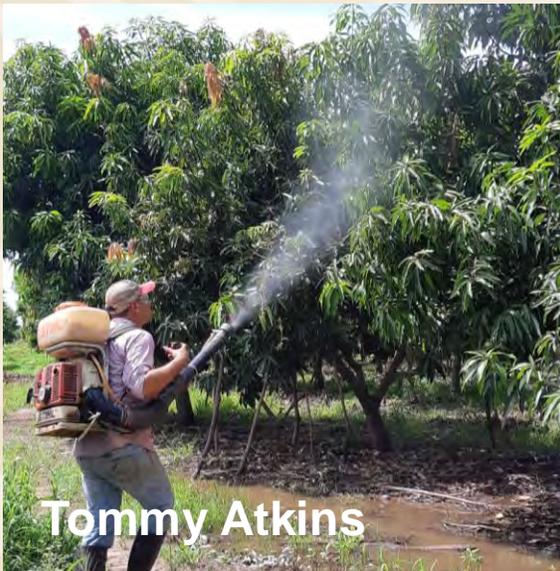
Demostrar el efecto de las tecnologías, bajo un manejo integrado, en huertos comerciales

Objetivos específicos.

- Validar el efecto del inhibidor de giberelinas **Prohexadiona de Calcio en dosis de 1500 mg L⁻¹** en una sola aplicación
- Validar el efecto de **poda temprana-ligera**
- Validar bioestimulantes.
- **Algas+aminoácidos+citocininas**, 4 aplicaciones.

Metodología

Huertos comerciales



La superficie de la parcela de validación 5000 m² (media hectárea).

8 -12 años de edad y bajo condiciones de riego

Descripción de las tecnologías (MI)

Poda temprana inmediatamente después de la cosecha (50 cm de despunte) alrededor de la copa del árbol.

Kent (20 cm).

Fertilizar con N-P-K (179-70-182 kg/ha en 'Ataulfo'; 'Tommy Atkins' 198-75-180; 'Kent' 234-91-102 en y 'Keitt' 161-111-178 kg



Después dos opciones de manejo integrado.

- 1) Una aplicación de Prohexadiona de calcio (P-Ca), 1500 mg L⁻¹ de i.a , 45 DDP.

2) Una aplicación de P-Ca 1500 mg L⁻¹ de i.a. 45 DDP + 4 de bioestimulantes

(*Ascophyllum nodosum*[®] 1.5 litros/ha + Fytamina[®] 1.5 litros + Krecimiento Max[®] 0.75 litros por ha)



Yema madura, inicio, plena floración y amarre de fruto

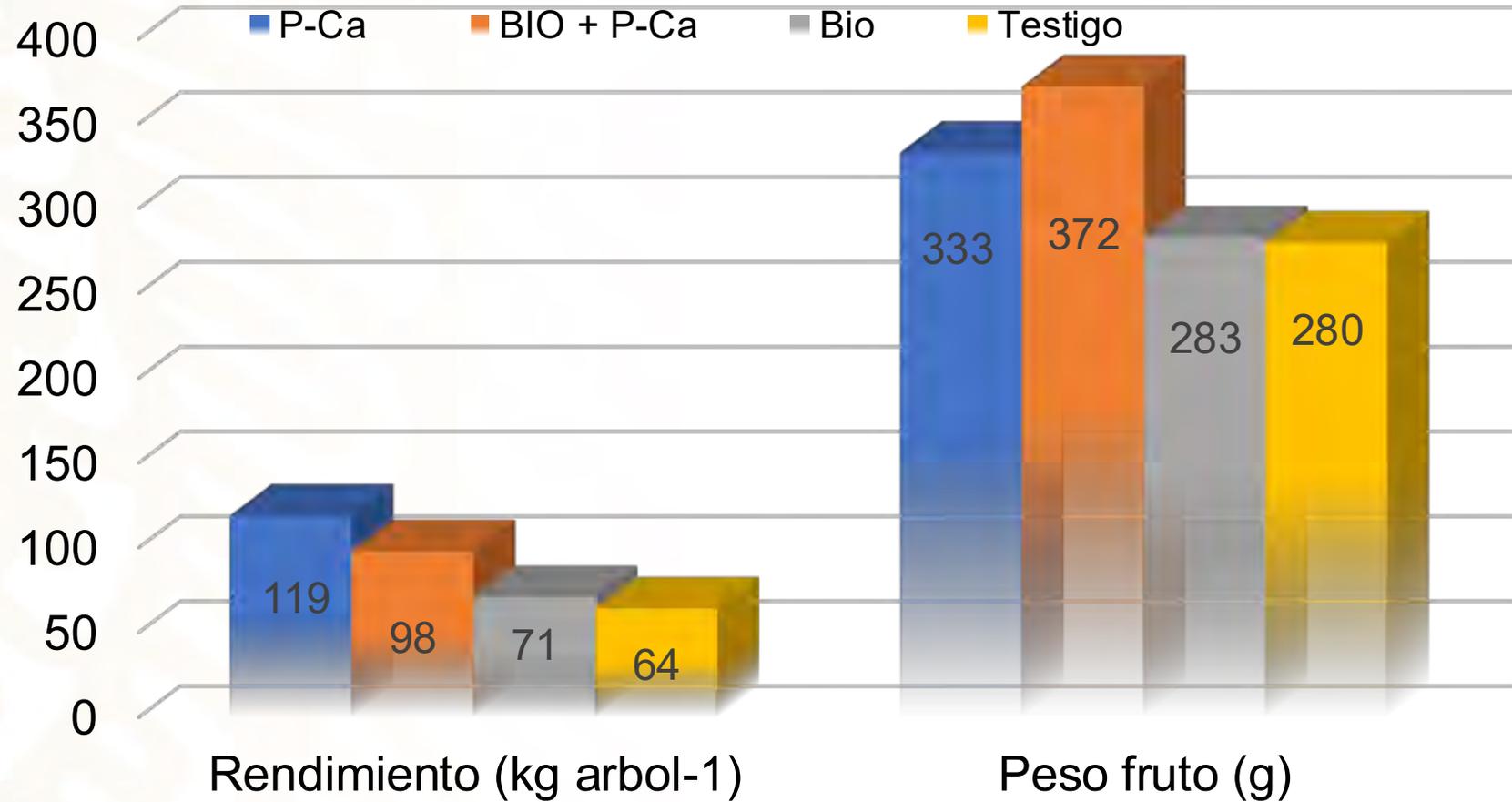
ATAULFO

Época, adelanto, floración y amarre de fruto

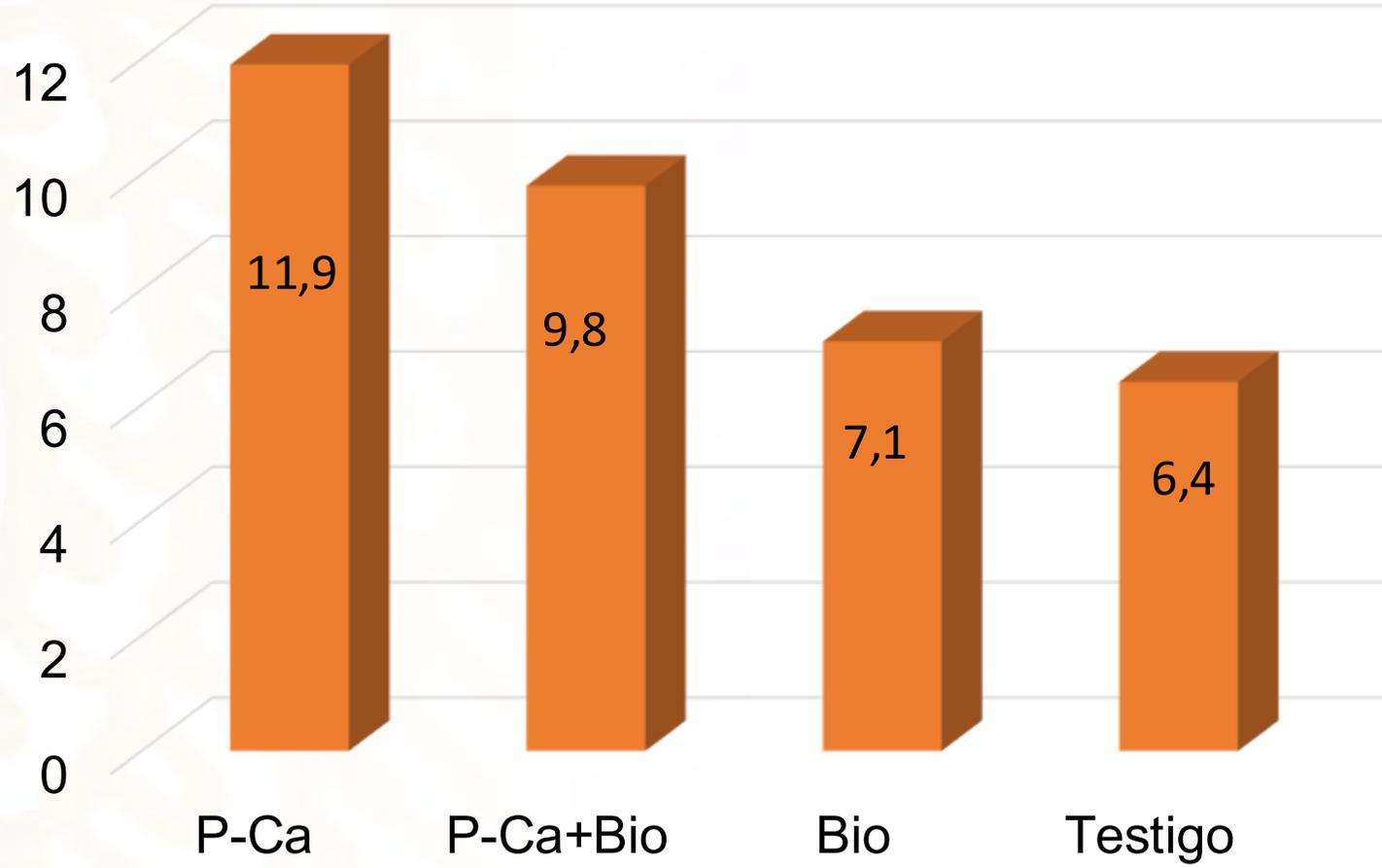
Tratamientos	Época de floración (Días)	Adelanto (días) ^x	Floración (%)	Amarre inicial (Núm.) ^w
P-Ca (1X) ^z	78 a ^y	17 a	95 a	9 a
Bio (4X) + P-Ca (1X)	85 ab	11 ab	94 a	6 ab
Bioestimulantes (4X)	90 ab	5 b	93 ab	5 b
Testigo	95 a	0 b	82 b	3 b
P1>F	0.0046	0.0046	0.0210	0.018
CV	11.3	101	7.8	13.8

Porcentaje de fruta cosecha por fecha de corte

Tratamiento	1a. Cosecha (%) 23/5/23	2a. Cosecha (%) 7/6/23
P-Ca 1500 (1X) ^z	80 a ^y	20 b
Bio(4X) + P-Ca (1X)	75 ab	25 b
Bioestimulantes	49 b	51 ab
Testigo	33 c	67 a
CV	49.6	60.4
Pr	<0.0001	0.0224



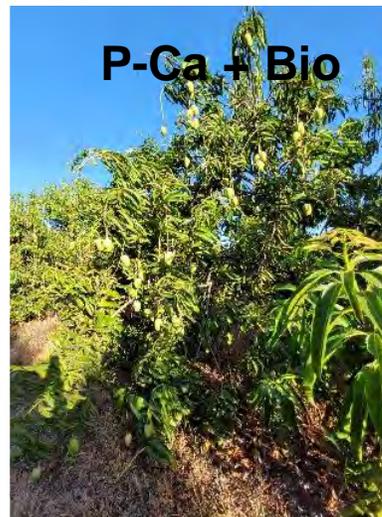
Rendimiento en kg de fruta por árbol y peso del fruto



Rendimiento en toneladas/ha



Floración en mango 'Ataulfo'



Producción obtenida con P-Ca y P-Ca + Bio vs Testigo.

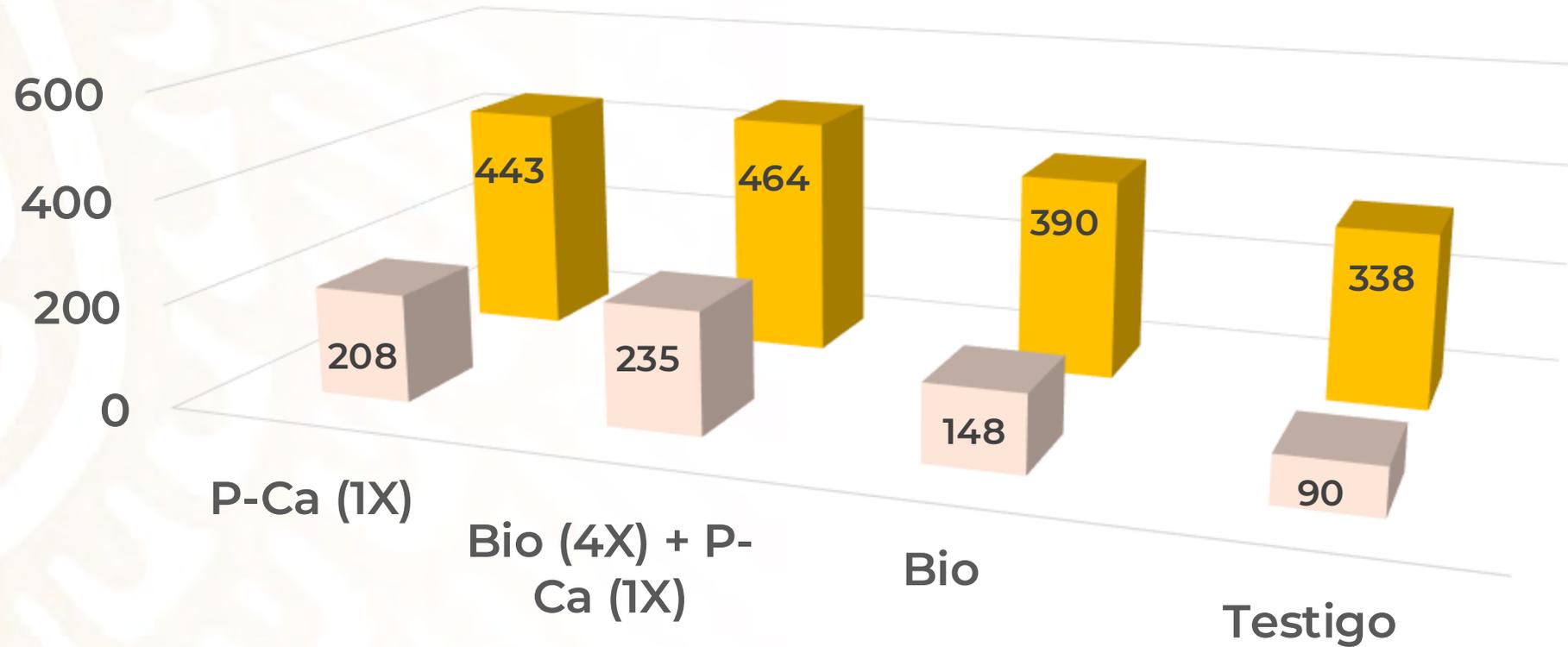
Época y porcentaje de floración, adelanto y amarre de frutos

Tratamientos	Época de floración (Días)	Adelanto (días) ^x	Floración (%)	Amarre inicial (Núm.) ^w
P-Ca (1X)	107.8 bc ^y	23 a	90 a	10.4 a
Bio (4X) + P-Ca (1X)	101.3 c	30 a	85 ab	9.5 a
Bioestimulantes	120.5 ab	11 bc	85 ab	9.5 a
Testigo	131.0 a	0 c	71 b	3.2 b
P1>F	0.0001	0.0001	0.0175	0.0022
CV	7.73	58.2	15.44	47.3

Porcentaje de fruta recolectada por época de cosecha

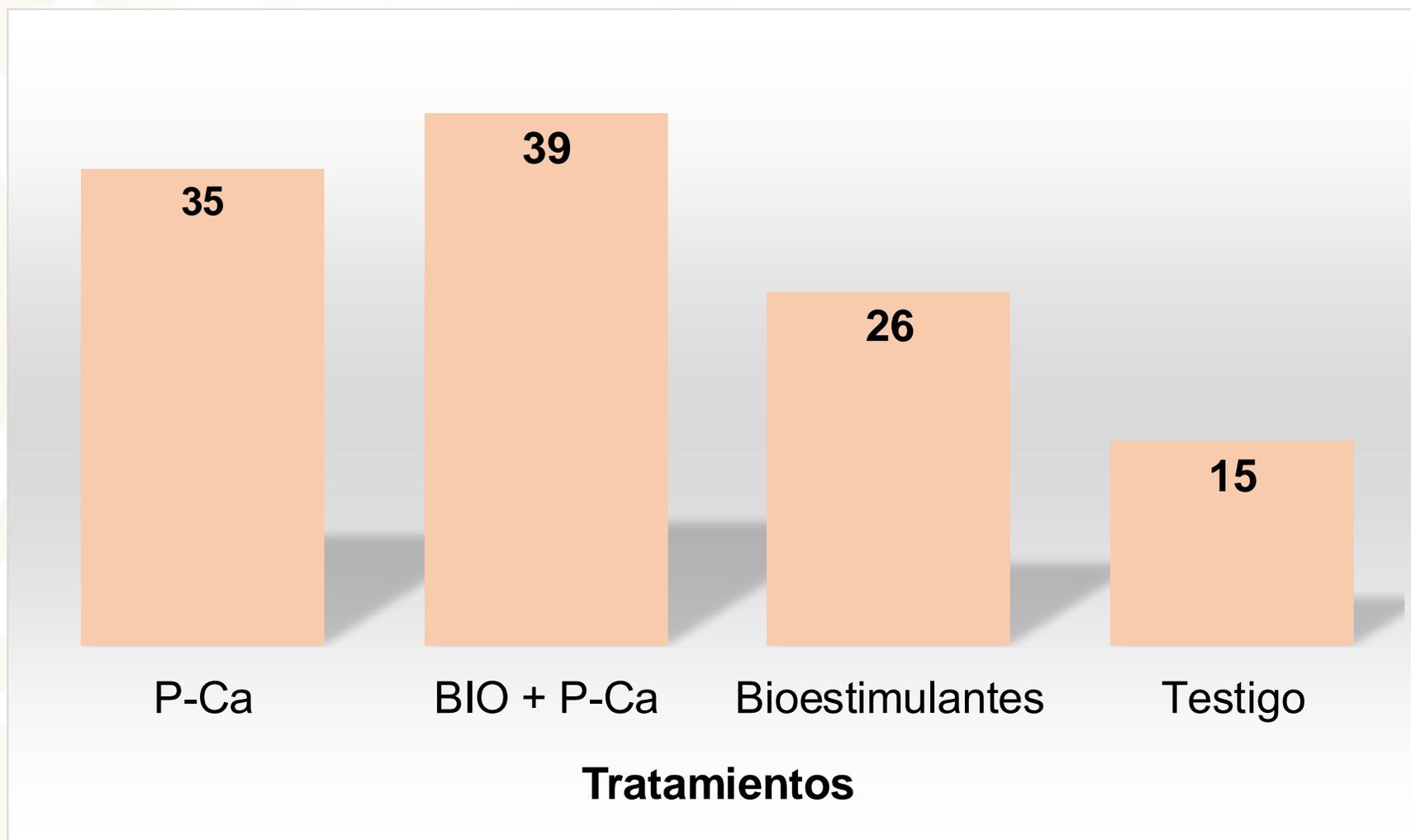
Tratamiento	1a. Cosecha (%) 27/5/23	2a. Cosecha (%) 21/6/23
P-Ca (1X) ^z	26 b ^y	74 b
BIO (4X) + P-Ca (1X)	40 a	60 b
Bioestimulante	20 b	80 a
Testigo	17 bc	83 a
CV	90.4	33.8
Pr	0.0043	0.0138

■ Rendimiento (Kg/árbol) ■ Peso fruto (g)



Rendimiento en kg de fruta por árbol y peso promedio del fruto





Rendimiento en (ton/ha)



Floración sin aplicación de la tecnología



Floración con la aplicación de tecnología



Producción sin aplicación de la tecnología



Producción con aplicación de la tecnología

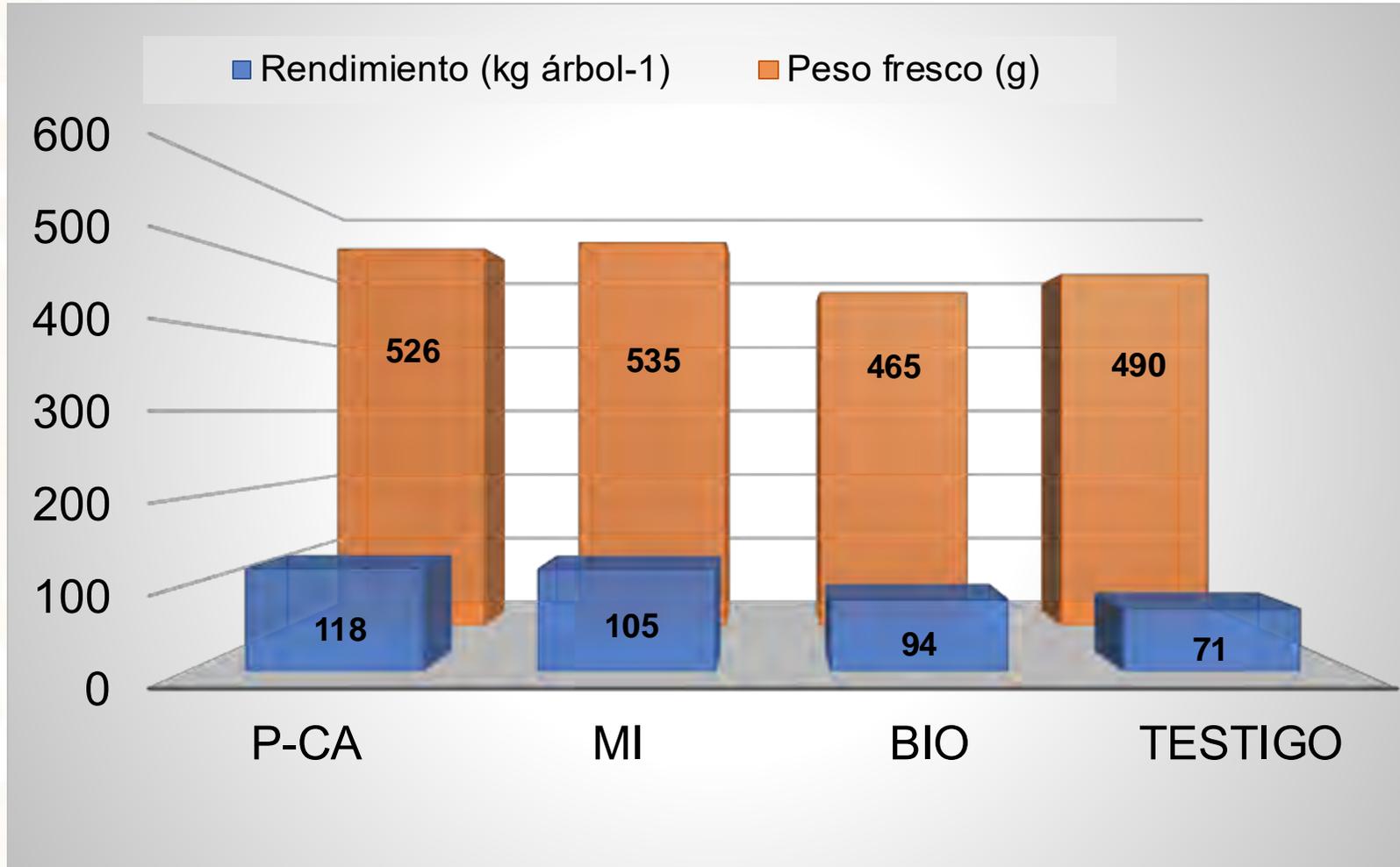
Época, adelanto, floración y Amarre de fruto

Tratamiento	Época de floración (Días)	Adelanto (Días) ^x	Floración (%)	Amarre inicial (Núm.) ^w
P-Ca (1X)	110 b ^y	12 a	81 ^a	11.3 a
Bio (4X) + P-Ca (1X)	108 b	14 ab	75 a	10.6 a
Bioestimulantes	119 a	3 c	61 ab	9.9 a
Testigo	122 a	0 c	54 b	9.6 a
Pr > F	0.0011	0.0045	0.0023	0.561
CV	4.34	27.9	14.1	7.6



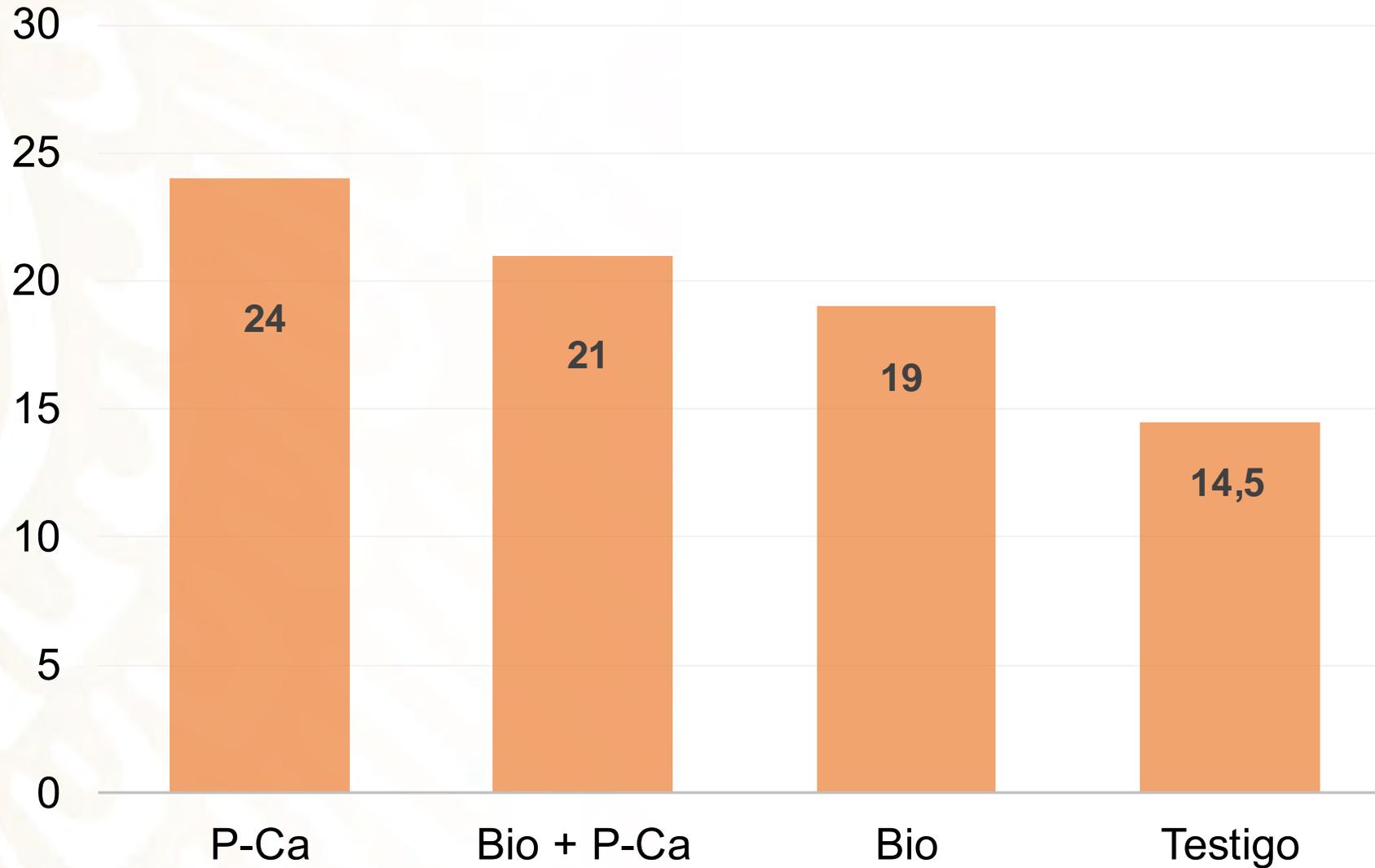
Porcentaje de fruta recolectada por época de cosecha

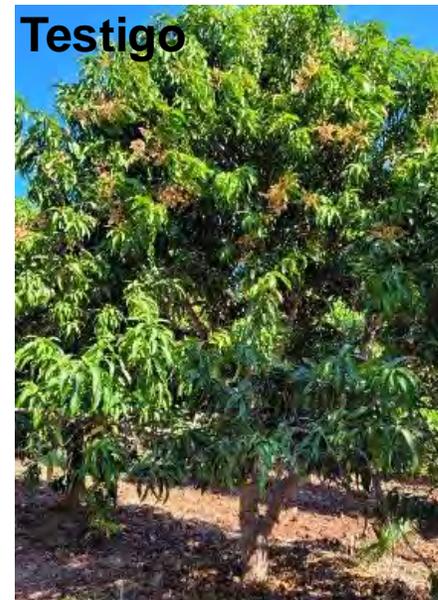
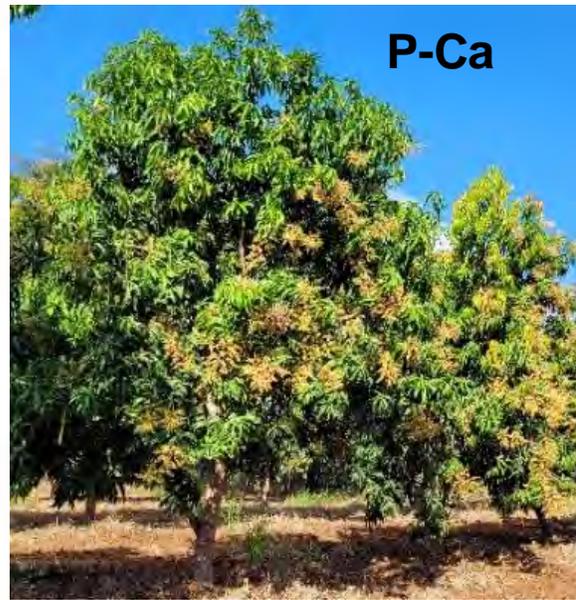
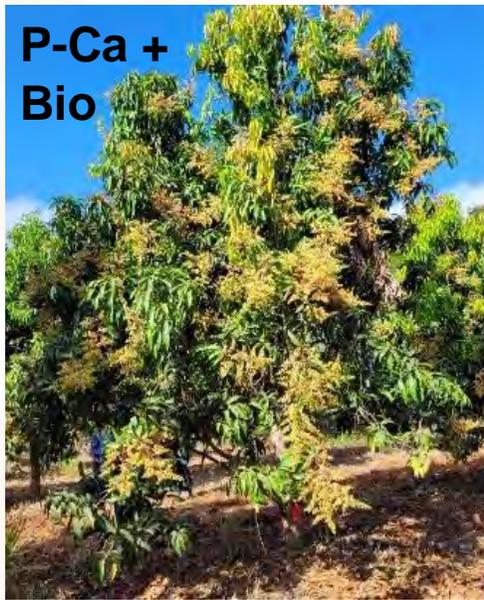
Tratamiento	1 ^a . Cosecha (%) 16/6/23	2 ^a . Cosecha (%) 5/7/23
P-Ca 1500 (1X) ^z	48 ^y	52 a
MI	68	32 b
Bioestimulantes	57	33 b
Testigo	44	56 a
CV	47.77	42 b
Pr	0.1543	<0.0001



Rendimiento en kg de fruta por árbol y peso del fruto

Rendimiento ton/ha



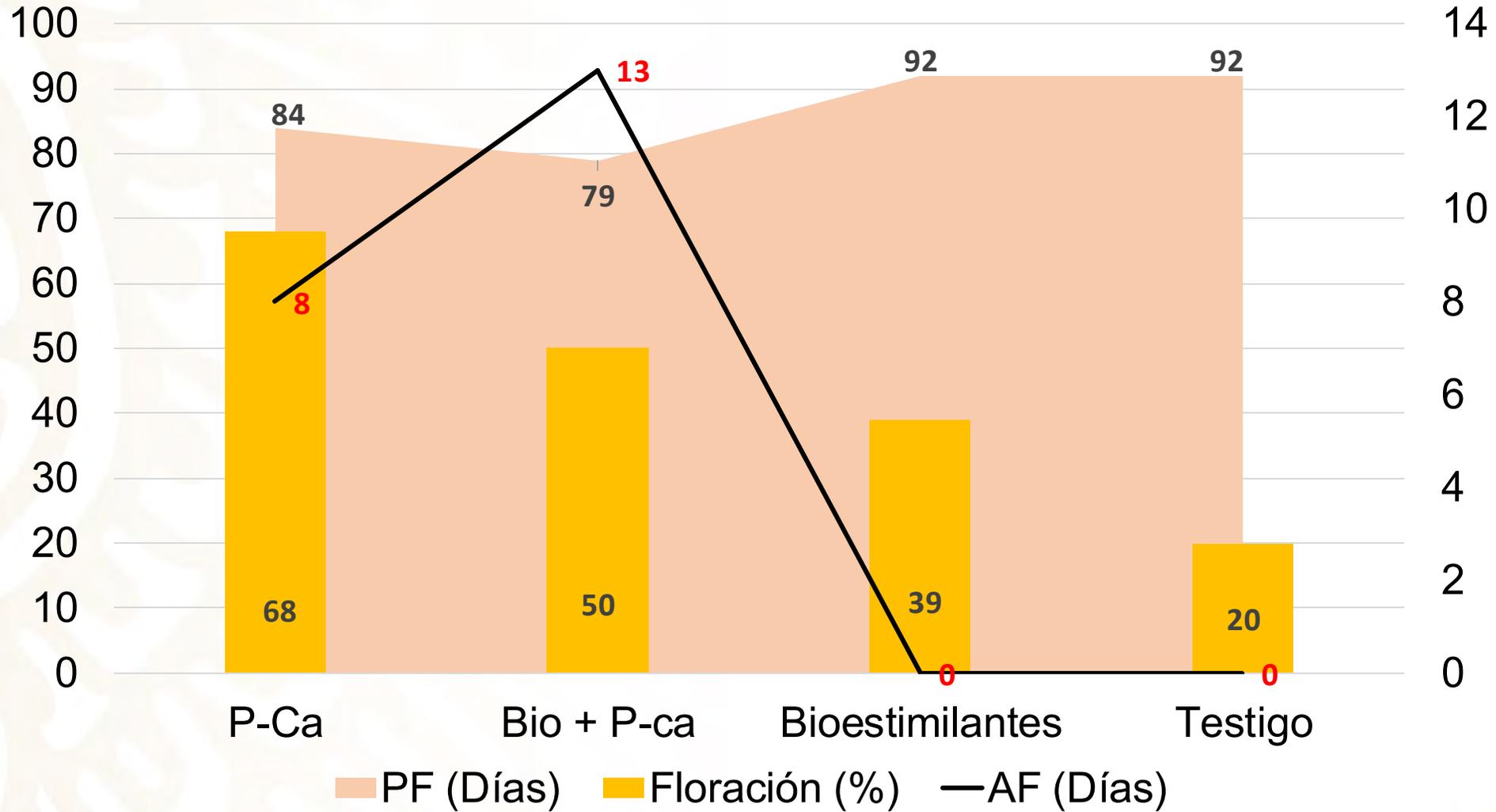


Floración en mango 'Kent'



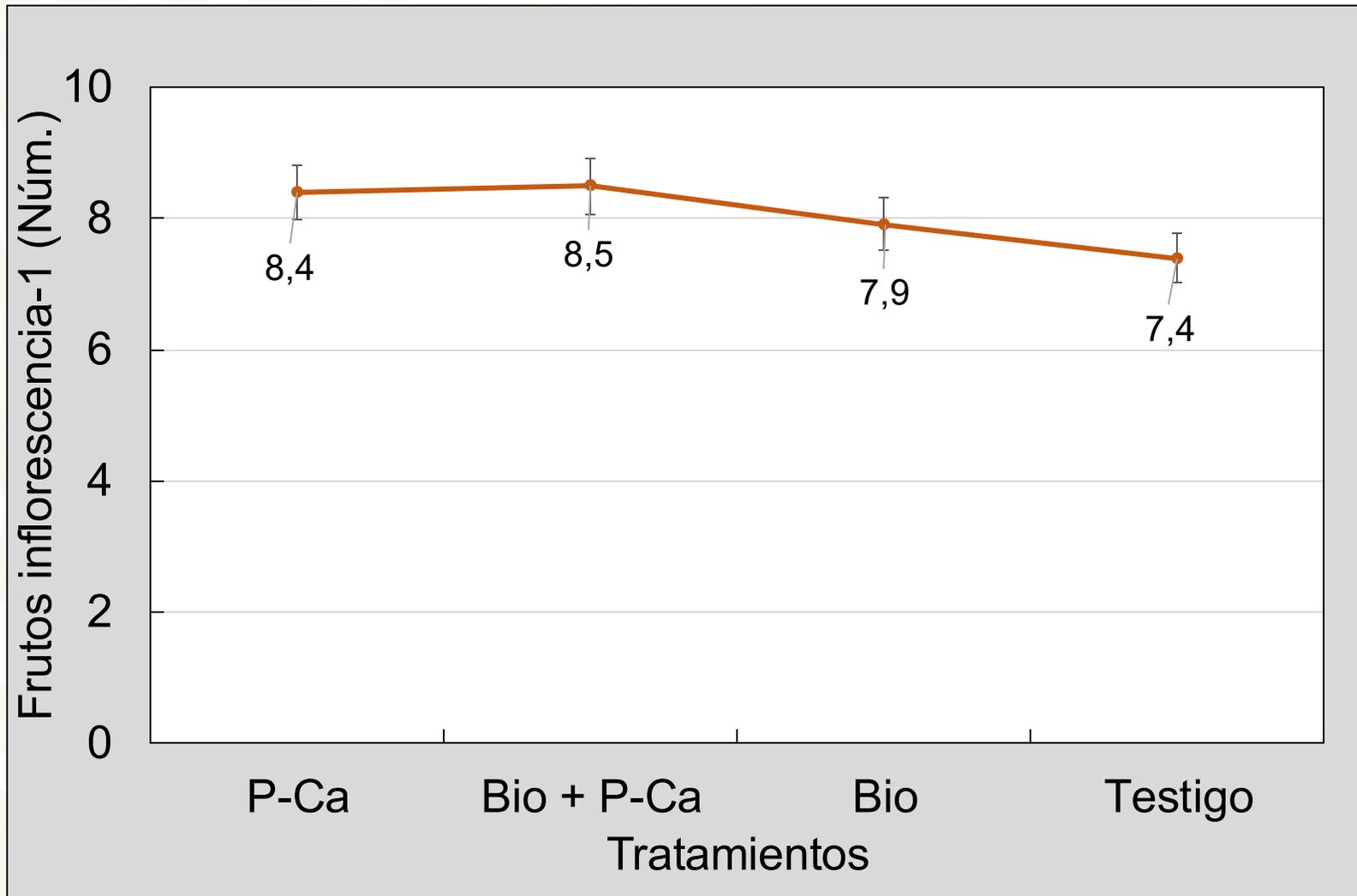
Producción en mango 'Kent'

Keitt

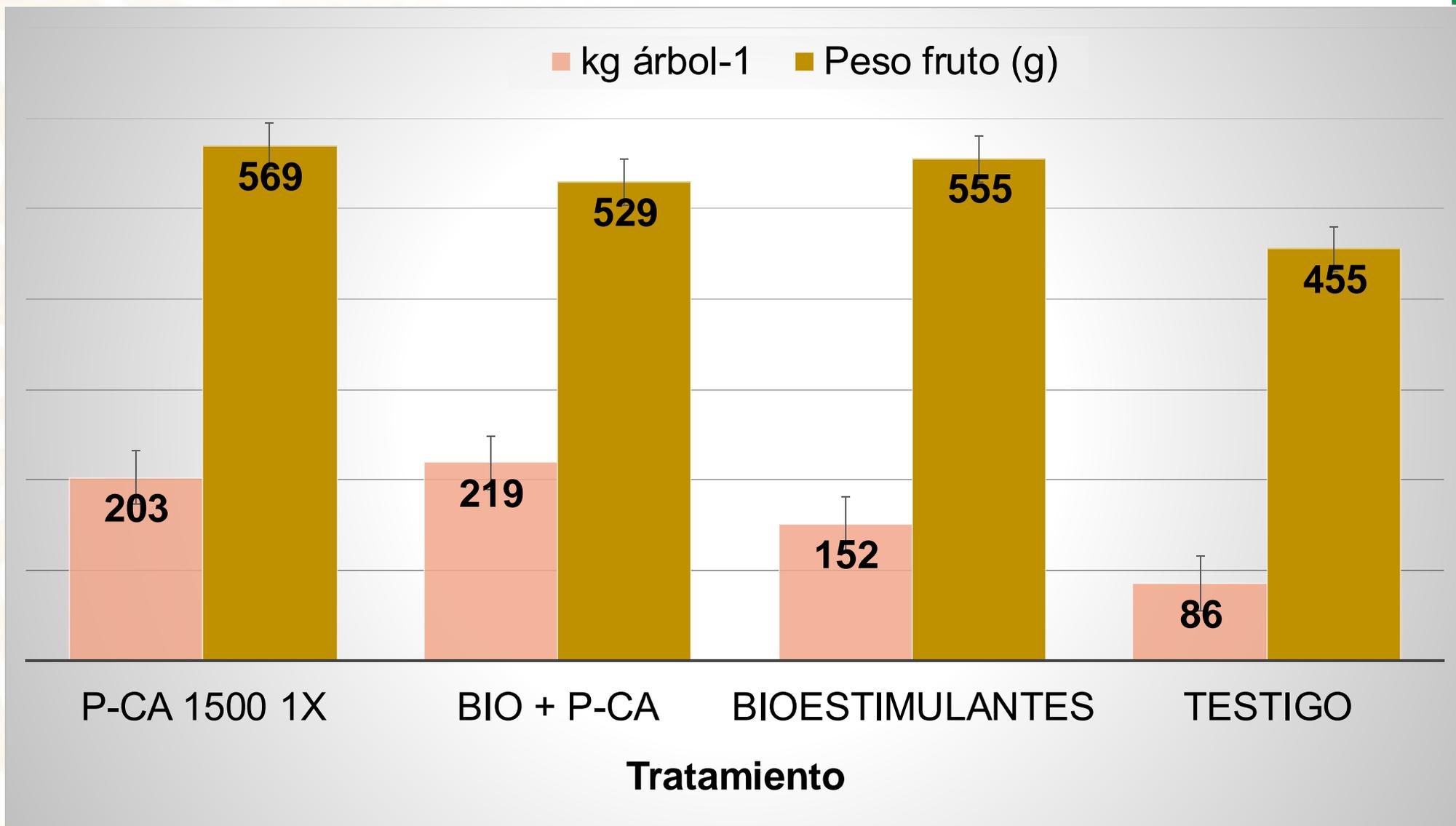


Época, adelanto y porcentaje de floración

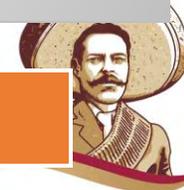


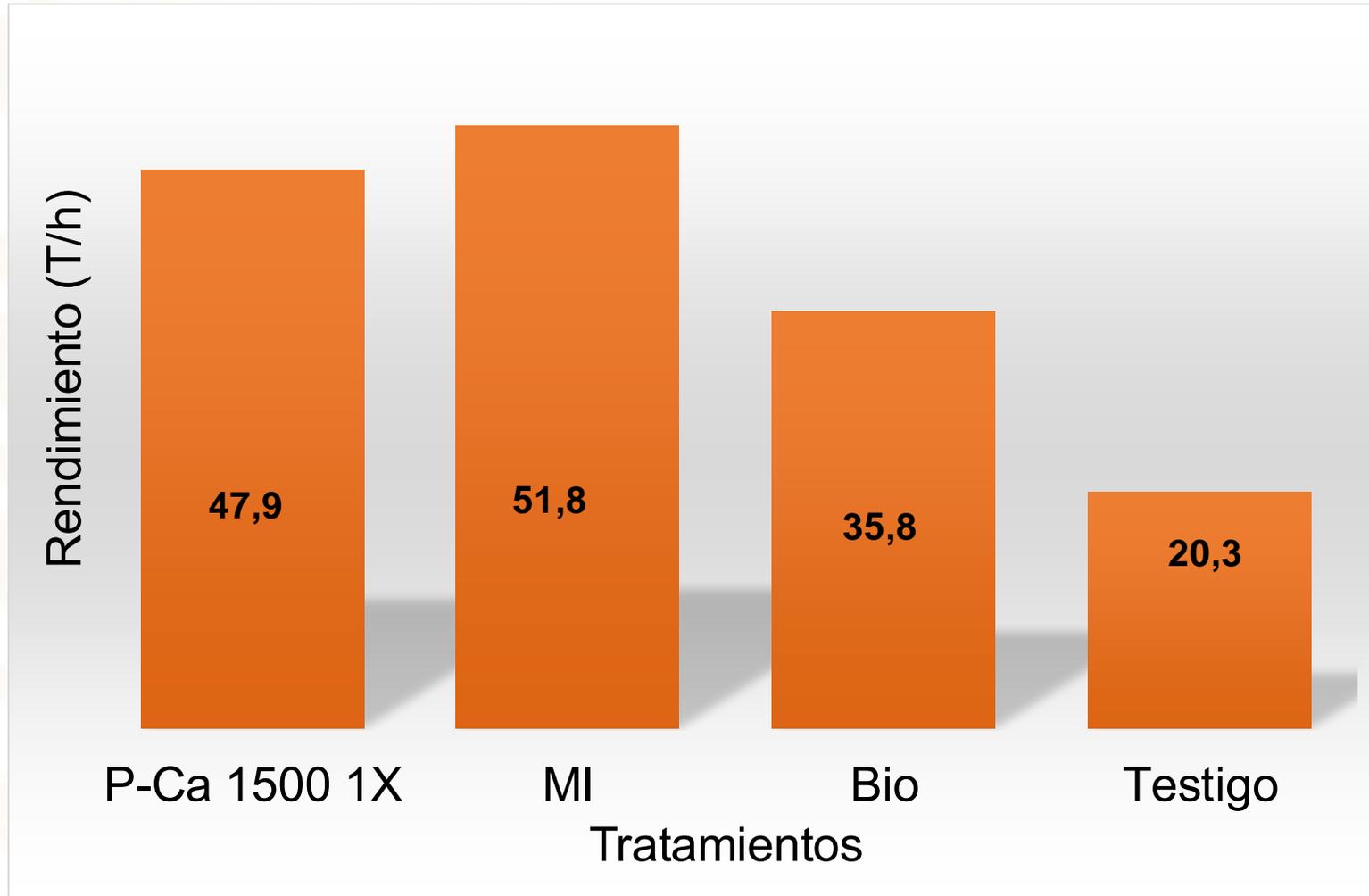


Amarre inicial de frutos



Rendimiento en kg de fruta por árbol y peso del fruto

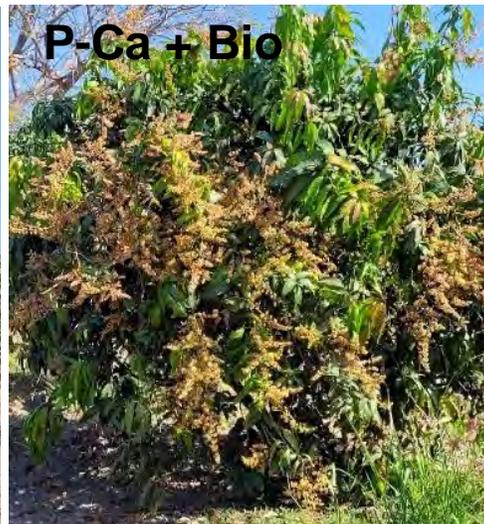




Rendimiento en toneladas por ha



P-Ca



P-Ca + Bio



Testigo

Floración en mango 'Keitt'



P-Ca



P-Ca + Bio



Testigo

Producción en mango 'Keitt'



Conclusiones

Tecnologías Bio + P-Ca y P-Ca tienen efecto similar en % floración en 'Ataulfo' y 'Tommy Atkins' con un notable adelanto en Tommy Atkins.

En las variedades Kent y Keitt, Bio + P-Ca aseguró notablemente la floración.

Favoreció el amarre de frutos en las cuatro variedades

Sin P-Ca y sin bioestimulantes, la floración sigue siendo escasa e irregular en las cuatro variedades, pero es más notable la irregularidad en Kent y Keitt.

Beneficios para la Industria del mango

Se cuenta con un manejo integrado para transferirse a productores de mango **en Nayarit**

El manejo incluirá desde poda y nutrición, dos alternativas al paclobutrazol

1. Aplicación de P-Ca y 2. P-Ca+Bioestimulantes en las variedades Ataulfo, Tommy Atkins, Kent y Keitt

Evitará floraciones irregulares y asegurará una floración regular y anticipada

Es factible escalonar la producción del mango

Incrementará el rendimiento y tamaño del fruto

validarse en otros estados productores de mango del país



INCREMENTO EN PRODUCCION Y ADELANTO DE COSECHA EN MANGO 'ATAULFO' CON BIOESTIMULANTES Y P-CA (MANEJO INTEGRADO)

Mangifera indica L., agrícola, reguladores, bioestimulantes, época de cosecha, rendimiento.

1. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA. La tecnología consiste en realizar una poda temprana inmediatamente después de la cosecha (50 cm de despunte) alrededor de la copa del árbol y fertilizar con N-P-K (179-70-182 kg por hectárea respectivamente). Después aplicar cualquiera de las siguientes dos opciones de manejo integrado. 1) Una aplicación de Prohexadiona de calcio (P-Ca) en dosis de 1500 mg de ingrediente activo por litro de agua a los 45 días después de la poda de producción. 2) Una aplicación de Prohexadiona de calcio (P-Ca) en dosis de 1500 mg de ingrediente activo por litro de agua a los 45 días después de la poda de producción. Posteriormente cuatro aplicaciones de bioestimulantes (BIO) (*Ascophyllum nodosum*® 1.5 litros por ha + Fytamina® 1.5 litros por ha + Krecimiento Max® 0.75 litros por ha) en yema madura, inicio y plena floración, y amarre de fruto en árboles de mango 'Ataulfo'.

2. PROBLEMA, OPORTUNIDAD, NECESIDAD A RESOLVER. Otoños cálidos con alta humedad en el suelo son condiciones no inductivas para floración y se ha asociado con escasa o nula floración, reflejándose en bajos rendimientos (hasta 50% menos). Aunado a esto, la falta de agua durante floración y desarrollo del fruto afecta negativamente el tamaño de fruto lo cual ocasiona pérdidas en producción. Para asegurar y sincronizar floración, así como para evitar pérdidas en producción, una alternativa es la aplicación de inhibidores de giberelinas como paclobutrazol (PBZ). Sin embargo, PBZ se percibe como un posible contaminador de mantos freáticos y potencial translocación a los frutos. Por lo anterior, es necesario encontrar alternativas más amigables con el ambiente y menor riesgo para la salud, como pueden ser BIO y P-Ca combinados son un manejo integrado para asegurar floración e incrementar producción.

3. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA VALIDACIÓN. El porcentaje de floración en todos los tratamientos fue entre 90 y 95% con respecto al testigo (82%). La época de plena floración en tratamientos con P-Ca y P-Ca + BIO se alcanzó 17 y 11 días antes que el testigo, mientras que con bioestimulantes solo se adelantó 5 días. En cuanto al adelanto de cosecha, con P-Ca y MI se recolectó el 80 y 75% de la cosecha 15 días antes que el testigo. Este adelanto en cosecha potencialmente representaría un mejor precio, suponiendo la no saturación del mercado. Estos tratamientos tuvieron asimismo un incremento en el peso de los frutos respecto al testigo (aproximadamente 350 vs 280 g). El

rendimiento obtenido con P-Ca fue de 12 ton por ha mientras que en el testigo fue de 6 ton por ha.

4. RECOMENDACIÓN PARA SU USO. Se prepara una solución con prohexadiona de calcio (1.8 g por litro i.a.) más un dispersante (Inex 1 ml por litro de agua). La solución se aplica 45 días después de la poda asperjado al follaje a punto de goteo con bomba motorizada. Posteriormente dar cuatro aplicaciones con bioestimulantes (algas+aminoácidos+citocininas) en yema madura, inicio y plena floración, y amarre de fruto (dosis comercial).

5. INFORMACIÓN DE LA VALIDACIÓN. La tecnología se validó de Julio 2022 a junio de 2023 en un huerto de 'Ataulfo' ubicado en la localidad de Atonalisco, municipio de Tepic, Nayarit, con productor cooperante. Se usaron árboles de 8 años de edad establecidos a 10 x 10 m, densidad 100 árboles por ha.

6. ÁMBITO DE APLICACIÓN. La tecnología se puede validar en otras entidades productoras de mango con problemas de floración irregular por condiciones no inductivas a floración como, Sinaloa, Colima y Jalisco. Asimismo, es factible de ser utilizada por cualquier productor y debe aplicarse en huertos con riego, poda, una adecuada nutrición y sanidad del cultivo.

7. USUARIOS POTENCIALES. Productores de mango 'Ataulfo' del estado de Nayarit, Comité Sistema Producto Mango Nacional, Consejos Estatales del mango y Juntas Locales de Sanidad Vegetal en zonas productoras de 'Ataulfo', integradoras frutícolas y asesores técnicos.

8. COSTO ESTIMADO. El costo de la tecnología por hectárea de P-Ca + poda y nutrición, fue de \$15,824.00 y de \$ 18,574.00 para P-Ca + BIO + poda y nutrición; además, considerando el pago de jornales. El costo de la tecnología tradicional (el productor realizó una poda ligera inmediatamente después de la cosecha, fertiliza con materia orgánica 20 litros por ha + triple 17 50 kg por ha) fue de \$13,225.00. El ingreso obtenido con la tecnología alternativa de P-Ca fue de \$61,440.00 considerando 12 t en promedio a precio rural de \$5,120.00 por Ton (temporada 2023) comparado con \$32,768.00 del testigo por 6 Ton obtenidas. Mientras que con la tecnología de P-Ca + BIO el ingreso fue de \$50,176.00 considerando 9.8 Ton. El costo de la tecnología puede variar dependiendo del número de árboles por ha y tamaño del mismo.

9. SOPORTE DOCUMENTAL. La tecnología se encuentra documentada en informe final entregado a National Mango Board.

Mayor información: Dra. María Hilda Pérez-Barraza, Dra. Irma Julieta González Acuña, Dra. Raquel Cano Medrano. Correo-e: marhil60-02@hotmail.com



Floración en mango 'Ataulfo'



Producción obtenida con P-Ca y P-Ca + Bio vs Testigo.

Ventajas comparativas de los datos de validación

Cuadro 1. Época, adelanto, floración y Amarre de fruto de mango 'Ataulfo'. Tepic, Nay. 2023.

Tratamientos	Época de floración (Días)	Adelanto (días) ^y	Floración (%)	Amarre inicial (Núm.) ^x
Prohexadiona de Ca (1X) ^z	78	17	95	9
P-Ca + Bio	85	11	94	6
Testigo	95	0	82	3

^x 1X = una sola aplicación de 1500 mg L⁻¹ a los 45 días después de la poda.

^y Adelanto en floración con respecto al testigo.

^z Número de frutos por inflorescencia (45 días después de plena floración).

POR SU ATENCIÓN, GRACIAS



2023
AÑO DE
Francisco
VILLA
EL REVOLUCIONARIO DEL PUEBLO

Grupo de Trabajo

Samuel Salazar García†

Víctor Vázquez Valdivia†

María Hilda Pérez Barraza

Arturo Álvarez Bravo

Rafael Gómez Jaimes

Mario Urías López

Jorge A. Osuna García

Irma Julieta González Acuña

Edilberto Avitia García (UACH)

Raquel Cano Medrano (CP)



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Mango
.org

