

# PRODUCCIÓN FORZADA: Proceso de Floración en mango



**Dra. María Hilda Pérez Barraza**  
Investigadora del programa de Frutales



**AGRICULTURA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

**inifap**  
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Mayo 2022

# IMPORTANCIA MANGO

AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias



MÉXICO

Sup. 208 mil ha

2.2 mill. de ton

Casi \$11 mil Millones



Clima tropical subhúmedo  
Tem. 12 – 35°C  
pp. 1200 mm anuales

# PROCESO DE FLORACIÓN: QUE ES?



AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

- 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  
Iniciación  
Diferenciación floral



FLORACIÓN



2024  
AÑO DE  
Felipe Carrillo  
PUERTO

HÉRITO DEL PROLETARIATO  
ILUZIONARIO Y DEFENSA  
DEL MAYAB

Mango.org

## Inducción Estimulo ambiental incita a la floración

### MANGO

- ◆ El estímulo son temperaturas frías entre 15-20/10-15°C (día/noche) en los subtrópicos.
- ◆ Brotes fisiológicamente maduros (5-6 meses de edad) en el trópico.
- ◆ En Nayarit (tropical), inducción Tem. < 20°C y se ha observado que brotes de menor edad (16 semanas) son capaces de captar el estímulo, transmitirlo a la yema apical y florecer

### HOJAS MADURAS

Capaces de percibir el estímulo ambiental y producir grandes cantidades de “florífero” bajo condiciones inductivas y transportarlo al meristemo apical



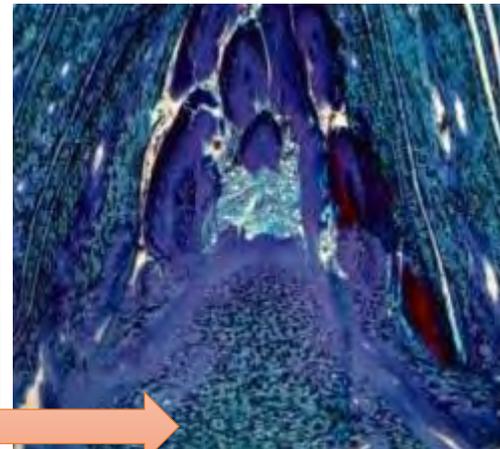
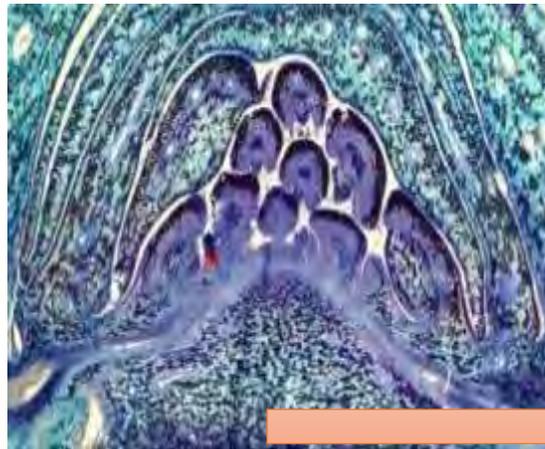
T°  
Estímulo



♥ “Florífero” era aparentemente desconocido. Se sabe que es la proteína FT

## INICIACIÓN FLORAL

- ♥ La transición de meristemo vegetativo a reproductivo.
- ♥ Incluye todos el desarrollo necesario para comprometer irreversiblemente al meristemo para producir una inflorescencia



## DIFERENCIACIÓN FLORAL

♥ Proceso en el cual ocurre la formación de primordios florales en un meristemo reproductivo que ha sido iniciado.



♥ Ocorre

- Organización floral
- Maduración floral

♥ Forman las partes de la flor en este orden. Sépalos, pétalos, estambre y carpelo. (flores solitarias)

En inflorescencias la formación de las partes de la flor ocurre después que se han formado los ejes secundarios y terciarios.

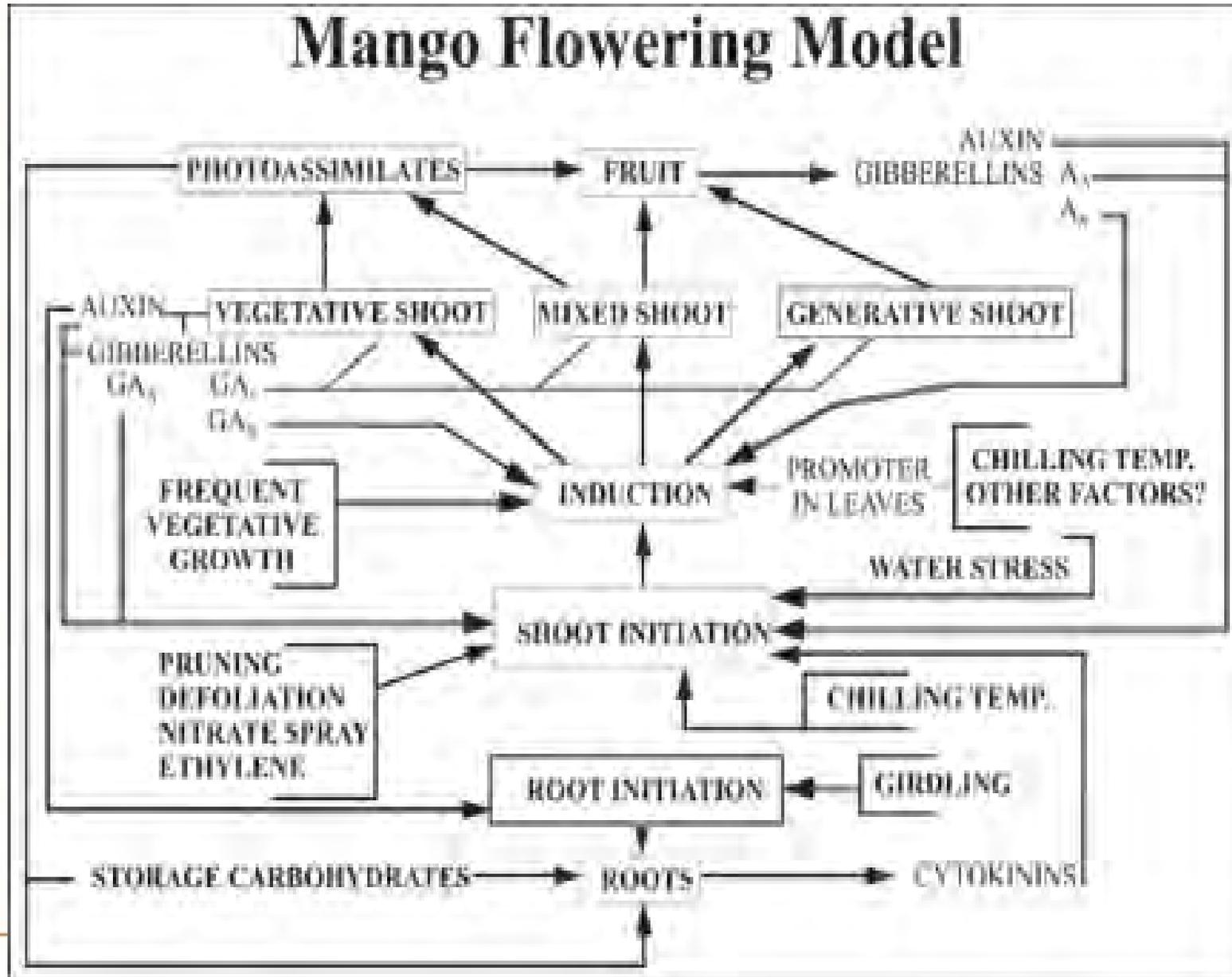
## FLORACIÓN



# FACTORES QUE AFECTAN

## Modelo Conceptual

(Davenport, 2000)



Cosecha anterior abundante

↑ **Contenido GAs**

Fertilización Excesiva (N)

Humedad

Brotos jóvenes

Poda fuerte

Sombreado

Temperatura cálida

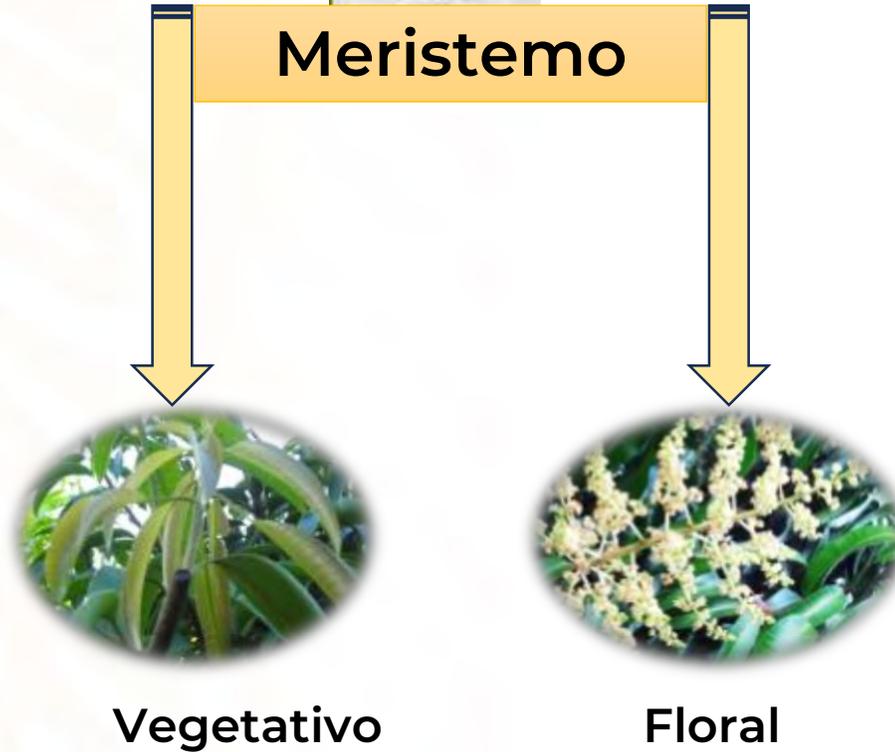
Hormonas endógenas

Giberelinas

Genes represor a la floración  
(MiFTL)



**Meristemo**



Vegetativo

Floral

Poda moderada

Fertilización adecuada

Sequía

Brotos maduros

Huertos no sombreados

Luz

**Fotoperiodo**

Temperaturas frías

Hormonas endógenas

Citocininas

Genes inducen floración  
(MiFT)

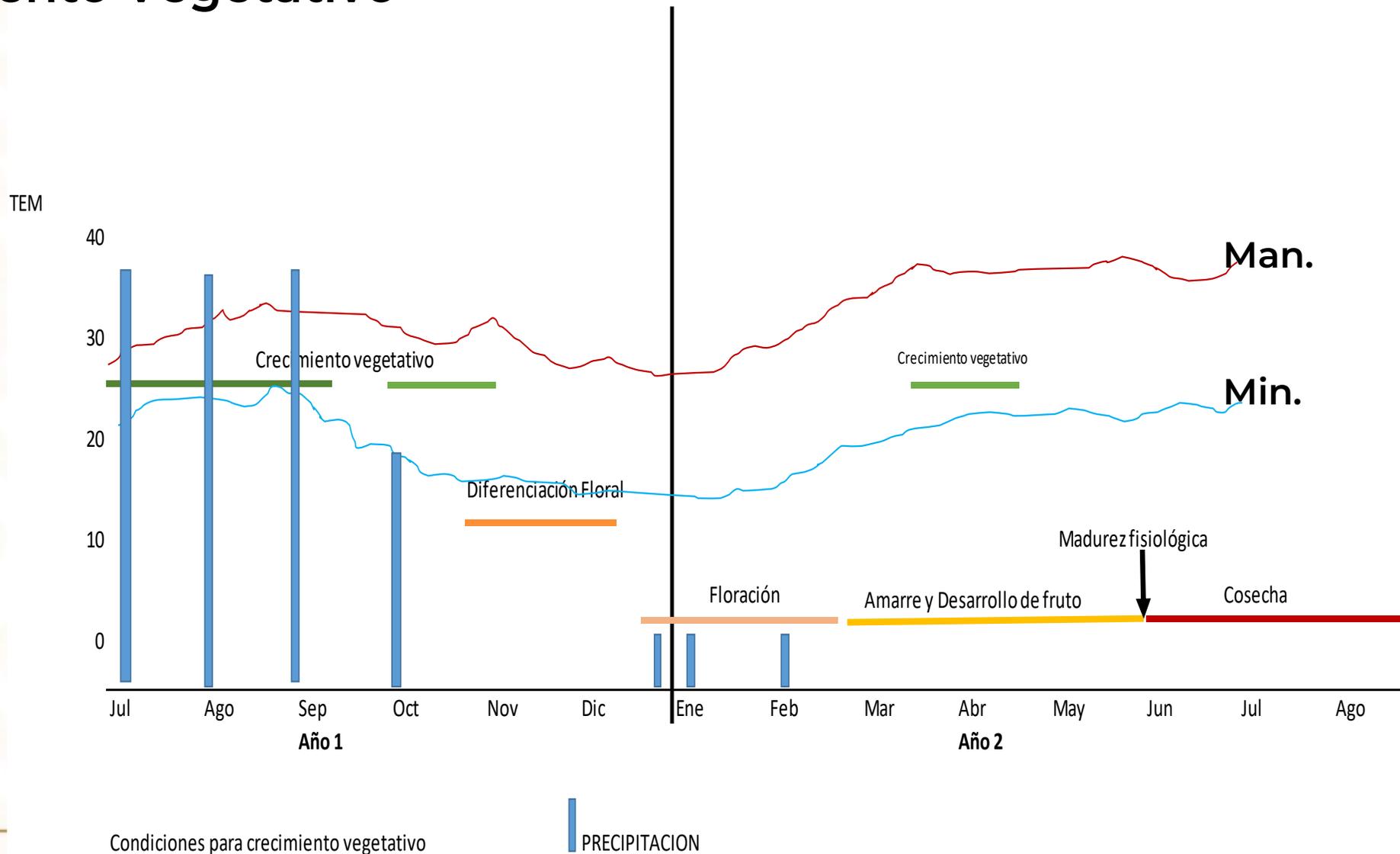
# Que necesitamos para que haya flores?

## Crecimiento Vegetativo



**Fisiológicamente  
maduro  
(3-6 meses)**

**Condiciones  
inductivas**

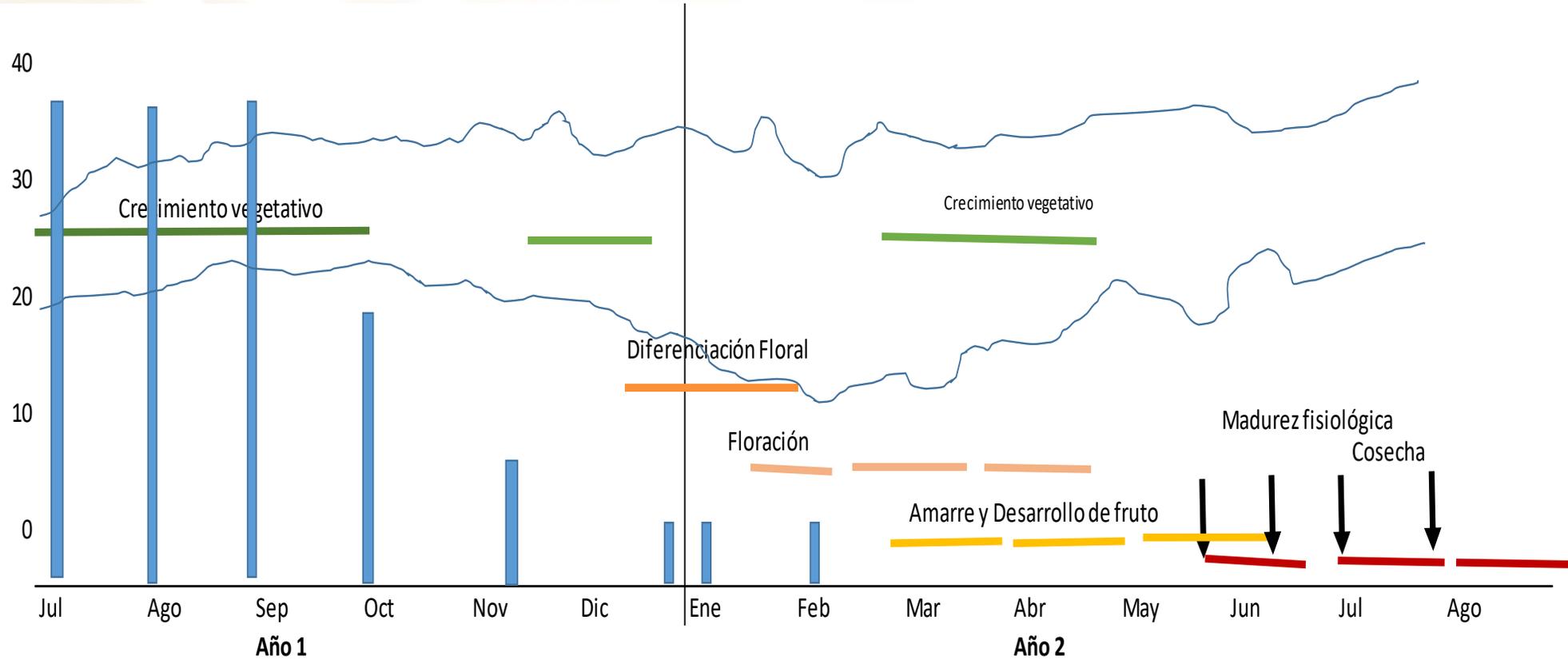


Condiciones para crecimiento vegetativo

PRECIPITACION

# Condiciones no inductivas

TEM



PRECIPITACION

**Cosecha abundante año anterior (giberelinas)**  
**Fertilización (N), Poda, Riego**



Floración Irregular 2009, 2013,  
2015, 2020, 2022, 2024

Ataulfo, Tommy Atkins, Keitt,  
**Kent**

# Que hacer para asegurar la floración?

# PRODUCCIÓN FORZADA

Un sistema de producción complejo, donde se busca forzar a las plantas a producir fuera de su tiempo y de sus condiciones climáticas naturales

## Técnicas

Frutales caducifolios. Durazno, vid, manzano

Frutillas. Zorzamora, frambuesa y arándano

Frutales Subtropicales. Cítricos, aguacate

Frutales tropical. Mango

Variedades de poco requerimiento de frío

Manejo del riego

Bioreguladores del crecimiento

Prácticas de manejo: podas, anillado



# PRODUCCIÓN FORZADA EN MANGO

Cuatro pasos básico en mango: En Brasil

1. Promover crecimiento vegetativo: poda y fertilización (N-P-K)

**Poda moderada después de cosecha**

2. Interrumpir o detener: **Disminuir el agua**, no fertilización N, PBZ al suelo. **1- 3 g de i.a. x m lineal de diámetro de copa**

PBZ o P-Ca – Inhibidor de la síntesis de giberelinas

Giberelinas – Hormona del crecimiento, antagónica a floración

3. Madurar los brotes vegetativos: Sulfato de potasio y etefón, bioestimulantes (***Ascophyllum nodosum*: 2.5 ml/L**) alternado con sulfato de potasio 2.5 ml/L de agua (K<sub>2</sub>O 30%). 30 – 40 – 50 y 60 DDAPBZ

4. Inducir la floración: Nitratos.

# Que hacer para asegurar la floración?

## Técnicas para inducir floración

1. NITRATOS

2. BIOREGULADORES DE CRECIMIENTO

Inhiben síntesis de giberelinas.

Hormona del crecimiento vegetativo. Antagónica a floración

**PACLOBUTRAZOL, Uniconazol**

**Prohexadiona de calcio**

3. PODA

4. BIOESTIMULANTE

**Aspersiones al follaje**  
Nitrato de potasio y el Nitrato de amonio para forzar la floración y adelantar la cosecha.  
Resultados muy irregulares  
Aplicaciones en septiembre u octubre hay mayores fracasos

**Mejores resultados**  
Haden y Tommy Atkins.  
Aspersiones segunda quincena de noviembre o principios de diciembre.  
Edad del brote: 5 – 6 meses Haden y de 7 – 7 meses en Tommy Atkins

**Nitrato de potasio 4% o el Nitrato de amonio (2%).  
A partir del 15 de noviembre, 2 o 3 aplicaciones cada 7 días**

## Inducción con fertilización al suelo

### Fosfonitrato

En el cultivar Haden excelentes floraciones

Aplicación Septiembre u octubre

cosechan enero - febrero

posibilidades de una segunda cosecha tardía

En Tommy Atkins,

Mejores resultados

Aplica octubre a principios de noviembre.

Previamente se aplico **PBZ**.

Dosis de 3 a 6 kg/árbol  
dependiendo de la edad o porte

Una vez realizada la fertilización aplicar un riego inmediatamente después de colocar el producto en el suelo.  
independientemente del contenido de humedad que se pudiera tener en el suelo.

## Nayarit, 1991-96

CULTIVAR	PRODUCTO	DOSIS	FECHA
MANILA (44 días)	$\text{NH}_4 \text{NO}_3$	2%	Nov. (3 aplicaciones Cada 10 días)
ATAULFO (22 días)	$\text{NH}_4 \text{NO}_3$	2%	Nov. “
HADEN (30 días)	$\text{KNO}_3$	4%	Nov. “

## VALIDACION DE NITRATOS

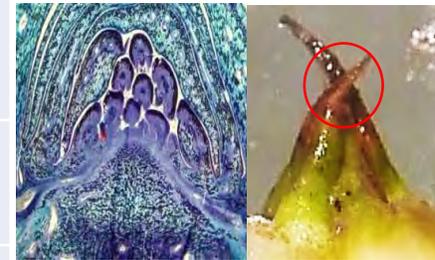
Efecto errático

Edad del brote y ambiente  
(al momento de la aplicación)

$\text{KNO}_3$  **NO** tenía influencia en la diferenciación floral  
Estimulaba el rompimiento de la yema  
Vegetativo o floral

### Escala de diferenciación (Pérez et al 2018)

Tratamientos	EDY	YD (%)	YV	YI	Floración %
Estimulador Dif (1%) + CaNO <sub>3</sub> (2%)	2.7	12	42	46	3
Estimulador Dif (1%) + CaNO <sub>3</sub> (4%)	2.1	20	20	60	1
Fosfonitrato 2 kg/ árb.	3.0	30	35	35	5
KNO <sub>3</sub> (4%)	2.1	8	21	71	2
Testigo	2.4	13	4	83	2
Testigo estandar (PBZ 4ml/ árbol)	4.7	67	25	8	81



Estadio 1. Meristemo vegetativo



Estadio 3. Yema determinada



Estadio 2, iniciación floral



Estadio 4. Yema diferenciada

Dos años consecutivos, no se observó efecto de los nitratos en proceso de floración del mango 'Ataulfo'



En Ataulfo PBZ demostró efecto diferenciación floración, floración y rendimiento, a pesar de la poda severa

**Nitratos NO** tienen influencia en el proceso de diferenciación  
**Estimula el rompimiento de la yema: Floral o Vegetativo**



**AGRICULTURA**

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

**inifap**

Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

# USO DE INHIBIDORES DE GIBERELINAS

## TECNOLOGÍA GENERADA

**TOMMY ATKINS. 1998**

**Adelanto de 28 hasta 35**

Aplicación de PBZ al suelo en julio

Dosis 10 ml/árbol cada año

20 ml/árbol un año si y otro no

**USO DEL PBZ EN MANGO 'ATAULFO' 2006 -2009**

**USO DEL PACLOBUTRAZOL Y KNO<sub>3</sub> EN  
MANGO 'MANILA'**

**(2007-2010)**

**CITROEBLIT**

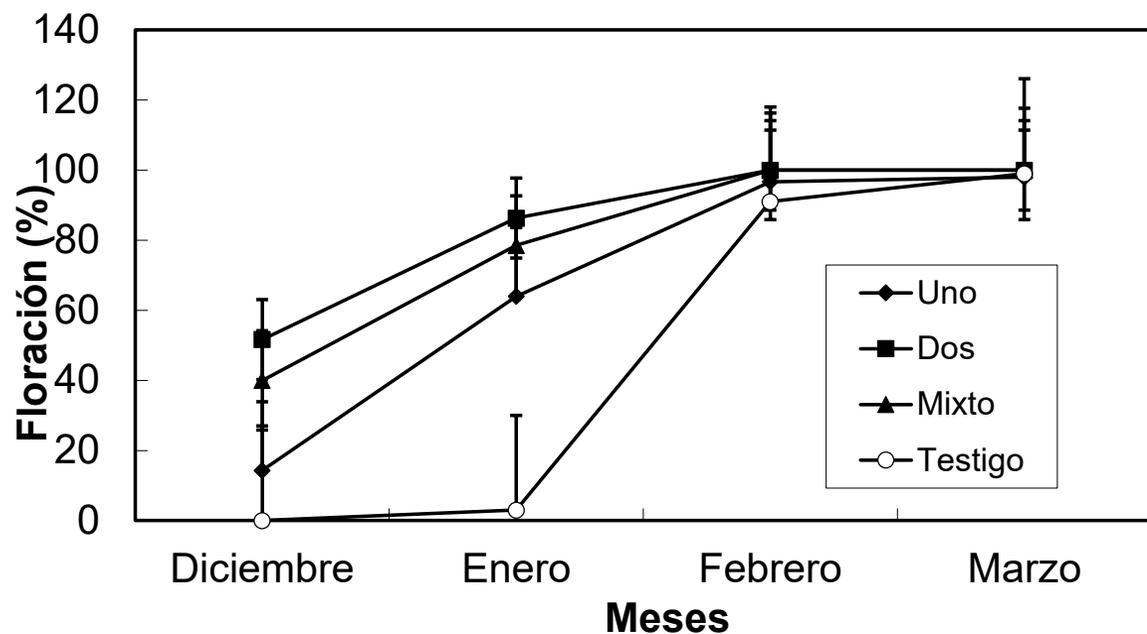


## USO DEL PBZ EN MANGO 'ATAULFO'

VALIDACIÓN DE RESULTADOS 'ATAULFO'  
2008-2009  
(Año con condiciones no inductivas a floración)  
(20 parcelas)

## USO DEL PACLOBUTRAZOL Y $\text{KNO}_3$ EN MANGO 'MANILA'

(2007-2010)  
**CITROFRUT**



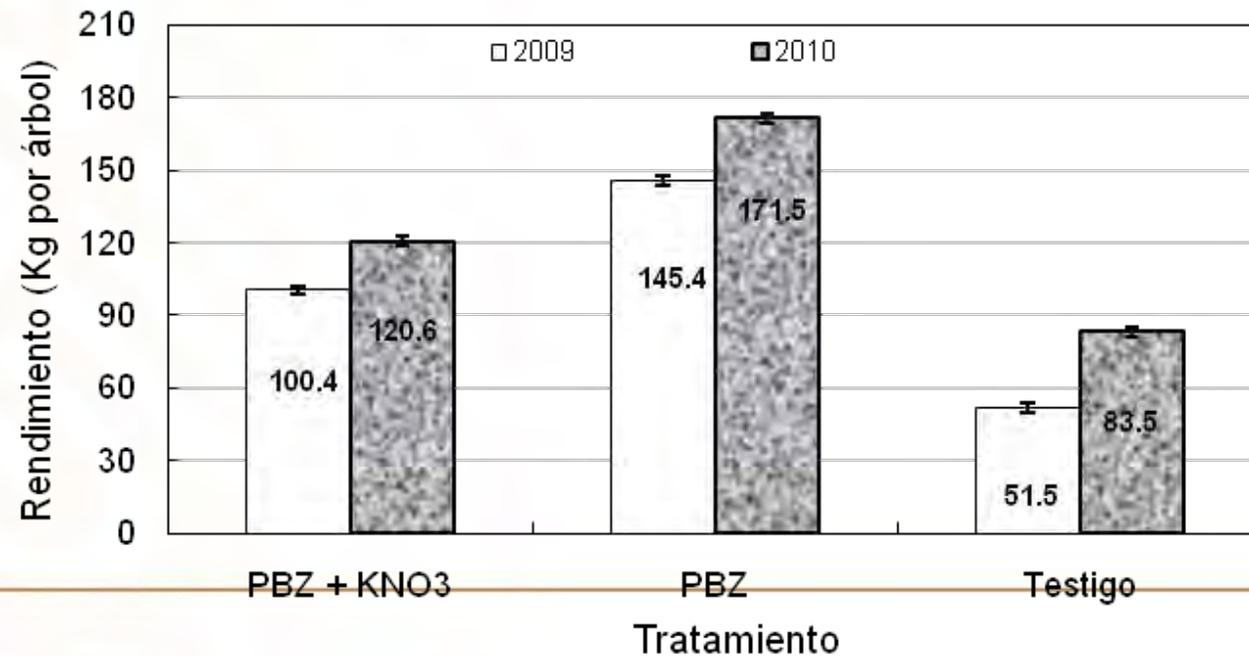
Dinámica de la floración de árboles de mango del cultivar Ataulfo. 2008

## Huertos de validación en el cultivar Ataulfo. Compostela 2009

Edad del huerto (años)	Producto y dosis (ml/árbol)	Floración (%)	DAF*	Cosecha (kg/árbol)	DAC**
12	A 20	100	32	64-76	30
Sin sombrear	C 20	100	32	79-84	30
	Testigo	70	-	48-54	-
Presencia de mango niño <20 %					
>18	A 30	70	35	38-64	30
Sombreados	C 30	70	35	42-56	30
	Testigo	20	-	6-10	-
Presencia de mango niño < del 10 %					

DAF\*= Días de adelanto de floración, DAC\*\*=Días de adelanto de cosecha

Tratamiento	2009		2010		2009	2010
	Época de floración <sup>y</sup>	Adelanto (Días) <sup>x</sup>	Época de floración <sup>y</sup>	Adelanto (Días) <sup>x</sup>	Intensidad de floración (%)	
PBZ <sup>z</sup>	40	26	28	15	89.6 a <sup>w</sup>	98.1 a
PBZ + KNO <sub>3</sub>	29	37	20	23	72.0 a	93.6 a
Testigo	66	-	43	-	<b>50.6 b</b>	64.4 b





**En Nayarit, es posible asegurar y modificar la floración y cosecha del Mango**

**Manejo integrado (aplicación de PBZ es clave)**

**asegura la floración abundante y anticipada a pesar de condiciones no inductivas a la floración.**

**cvs. Ataulfo, Tommy Atkins y Manila.**



## **APLICACIÓN DE PBZ**

**0.5 – 1 g i.a. por metro lineal de diámetro de copa  
2 – 4 ml de producto comercial**

## BUSCANDO UNA ALTERNATIVA AL PBZ. 2015

### Uso de RC en Nayarit 'Ataulfo'

#### Tecnología con PBZ

(Vázquez *et al.*, 2009; Pérez *et al.*, 2011)

- **Efectos negativos: residuos en suelo y planta (inhibe c. veg. y flor.)**  
Kishore *et al.*, 2015; Sharma y Awasthi, 2013
- **Uso restringido en EUA**
- **No resgistrado en EUA en manjo**

#### Prohexadiona de Calcio (P-Ca)

Manzano (Ramírez *et al.*, 2006)

Cítricos y Aguacate (Garner *et al.*, 2010)

Mango: No hay Trabajos en

México



## Efecto de P-Ca en brotación floral de 'Ataulfo'

Dosis (mg·L <sup>-1</sup> )	Época de aplicación (DDP) <sup>z</sup>		
	30 <sup>y</sup>	45	60
150	P-Ca	P-Ca	P-Ca
500	P-Ca	P-Ca	P-Ca
2500			PBZ
1500			P-Ca
Testigo <sup>x</sup>			

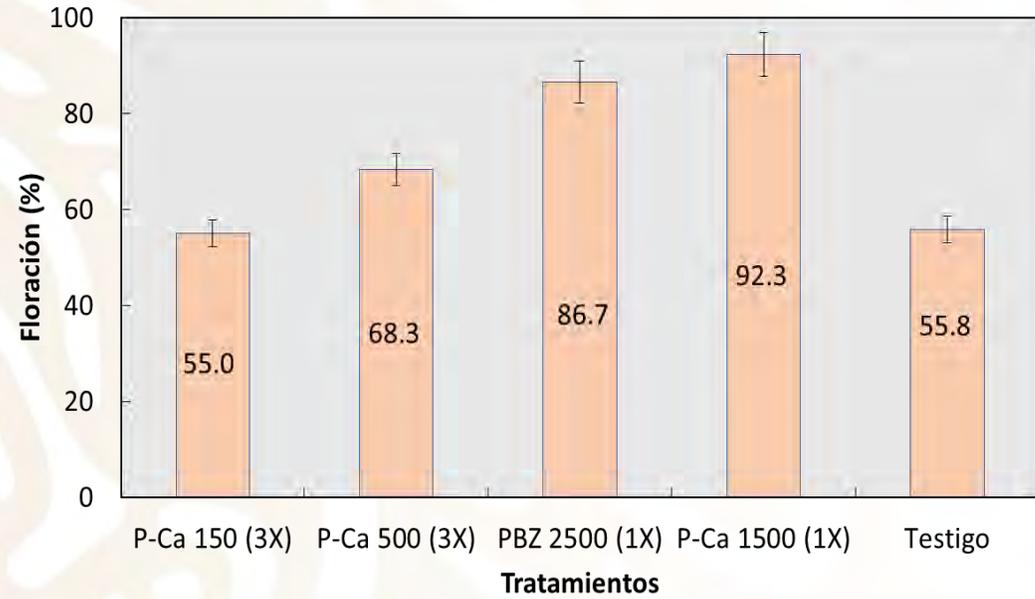
<sup>z</sup> DDP= Días después de la poda  
<sup>y</sup> Brotes entre 5-10 cm de longitud  
<sup>x</sup> Aplicado con agua y surfactante  
 (1 ml·L<sup>-1</sup> de agua)



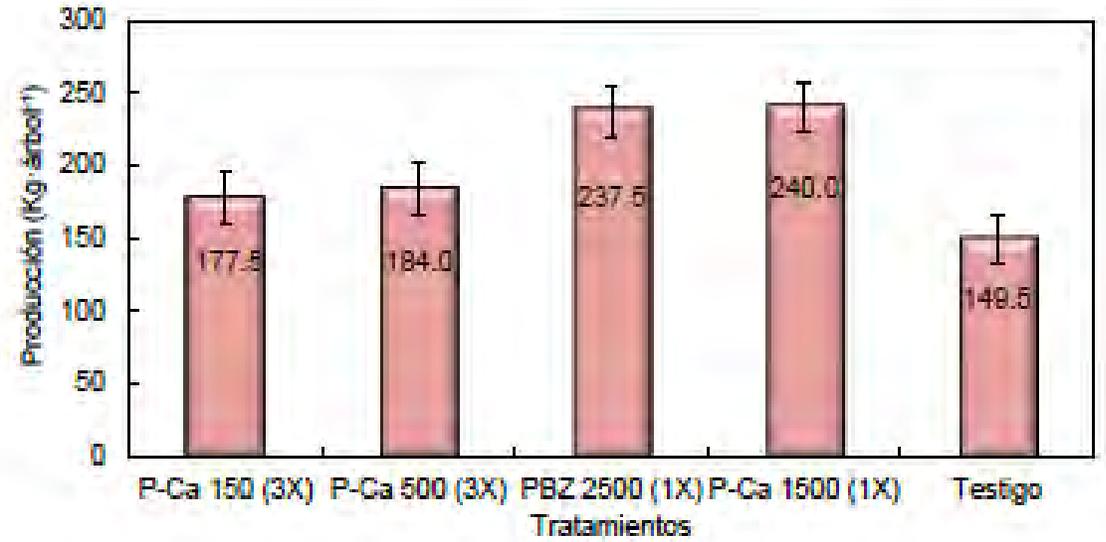
## Número de días a floración y adelanto en árboles de 'Ataulfo' 2014

Tratamiento	Número de días a floración (DDA) <sup>z</sup>		Adelanto (Días)
	Inicio	Plena	
P-Ca 150 (3X)	141 a	161 a	9
P-Ca 500 (3X)	125 ab	150 ab	20
PBZ 2500 (1X)	117 b	145 b	25
P-Ca 1500 (1X)	110 b	135 b	35
Testigo	142 a	170 a	
CV	12.06	8.67	

<sup>z</sup> DDA; Después de la última aplicación de P-Ca



Efecto en floración



Efecto en producción

# Conclusiones

Tres años consecutivos, en mango 'Ataulfo'

1. P-Ca 500 mgL-1 (3X)
2. P-Ca 1500 mgL-1 (X)



demostró un efecto similar al PBZ y en ocasiones lo superaron

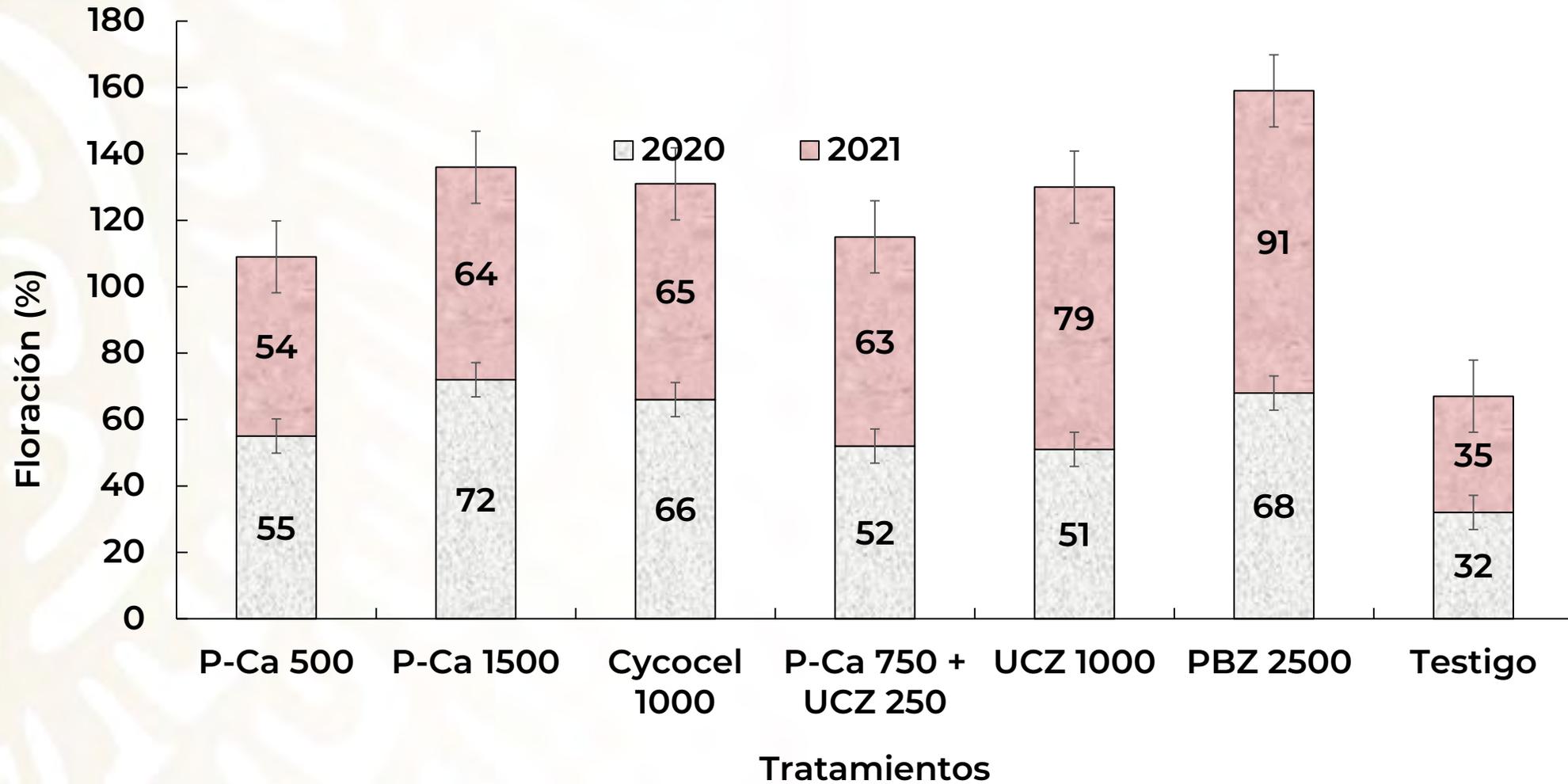
1. Brote Vegetativo 5 – 10 cm long, intervalos de 15 días
2. ≠ 45 DDP brote vegetativo maduro

## Efecto de diferentes inhibidores de giberelinas en brotación floral de 'Tommy Atkins' NATIONAL MANGO BOARD

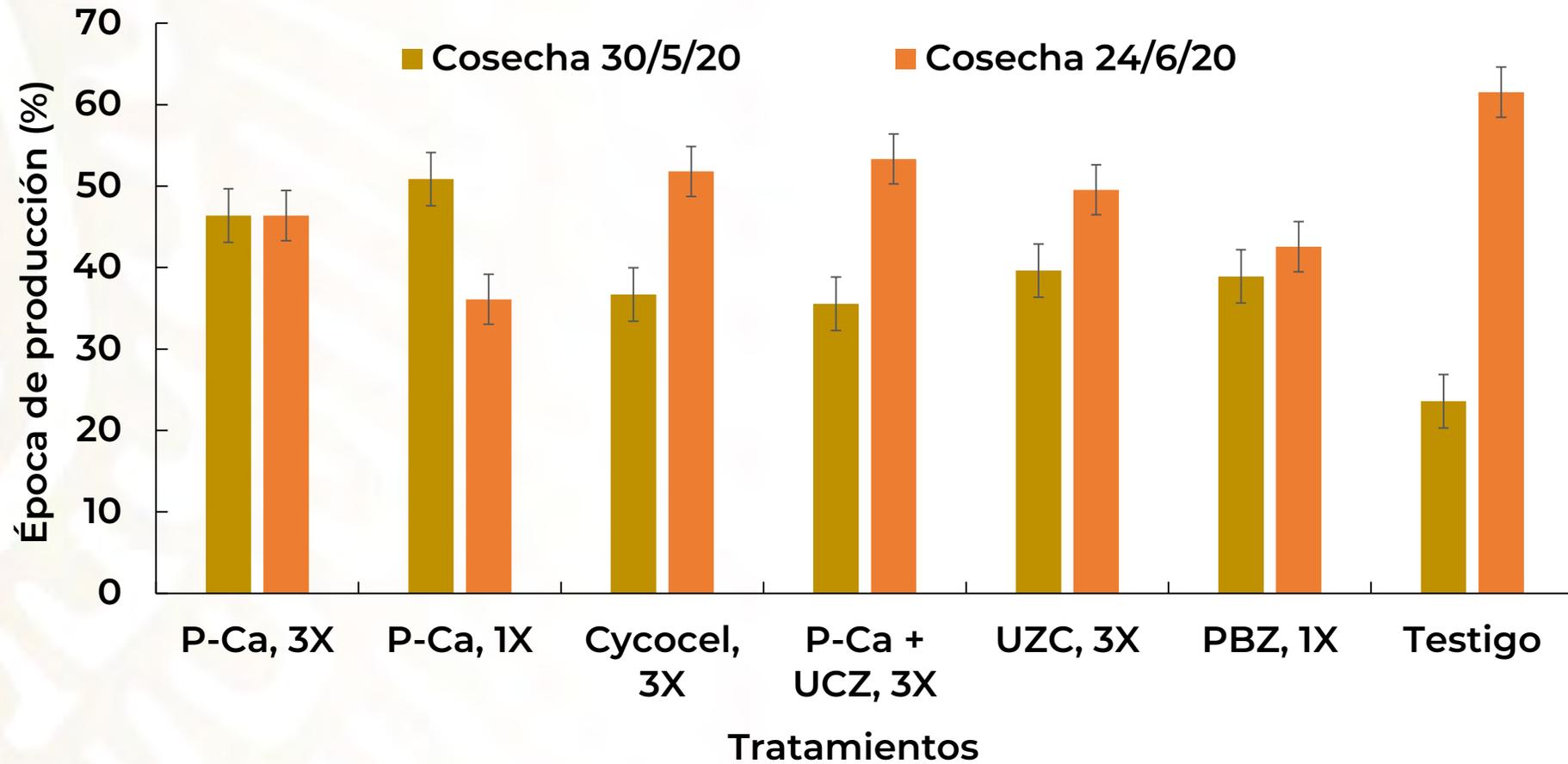


### Tratamientos

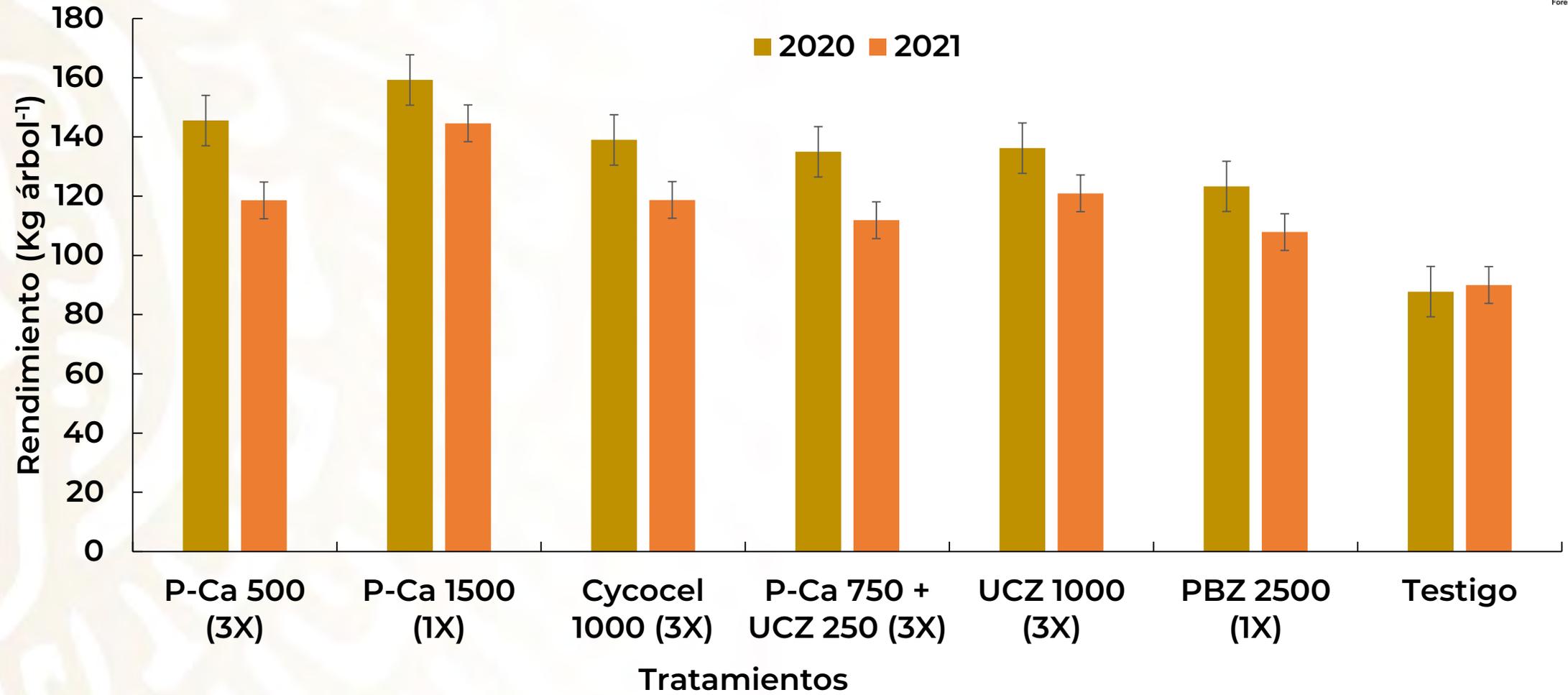
1. P-Ca 500 mg L<sup>-1</sup> (3X)
2. P-Ca 1500 mg L<sup>-1</sup> (1X)
3. CCC 1000 mg L<sup>-1</sup> (3X)
4. P-Ca 750 + UCZ 250 mg L<sup>-1</sup> (3X)
5. UCZ 1000 mg L<sup>-1</sup> (3X)
6. PBZ 2500 mg L<sup>-1</sup> (1X)
7. Testigo (sin regulador)



### Efecto en floración



Efecto en época de cosecha. Cv. Tommy Atkins



## Efecto en Rendimiento



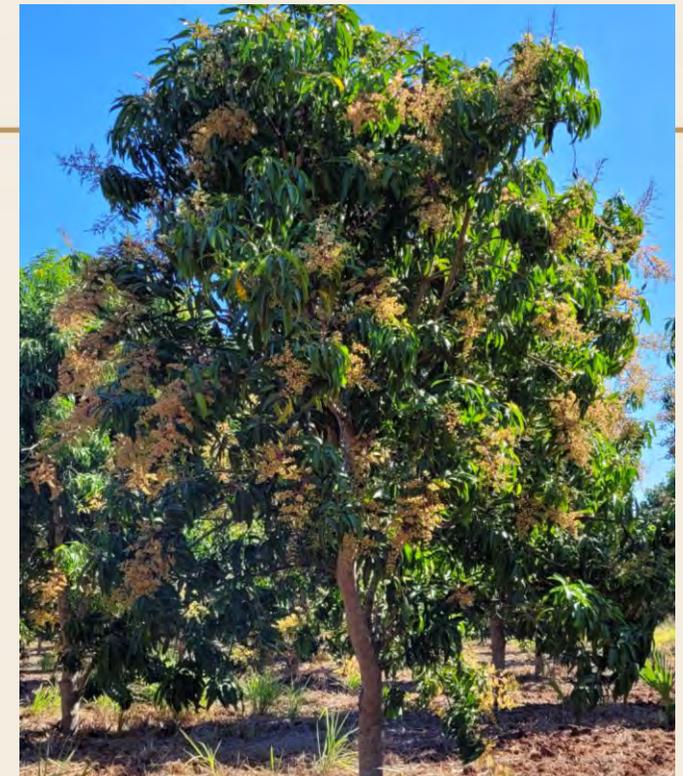


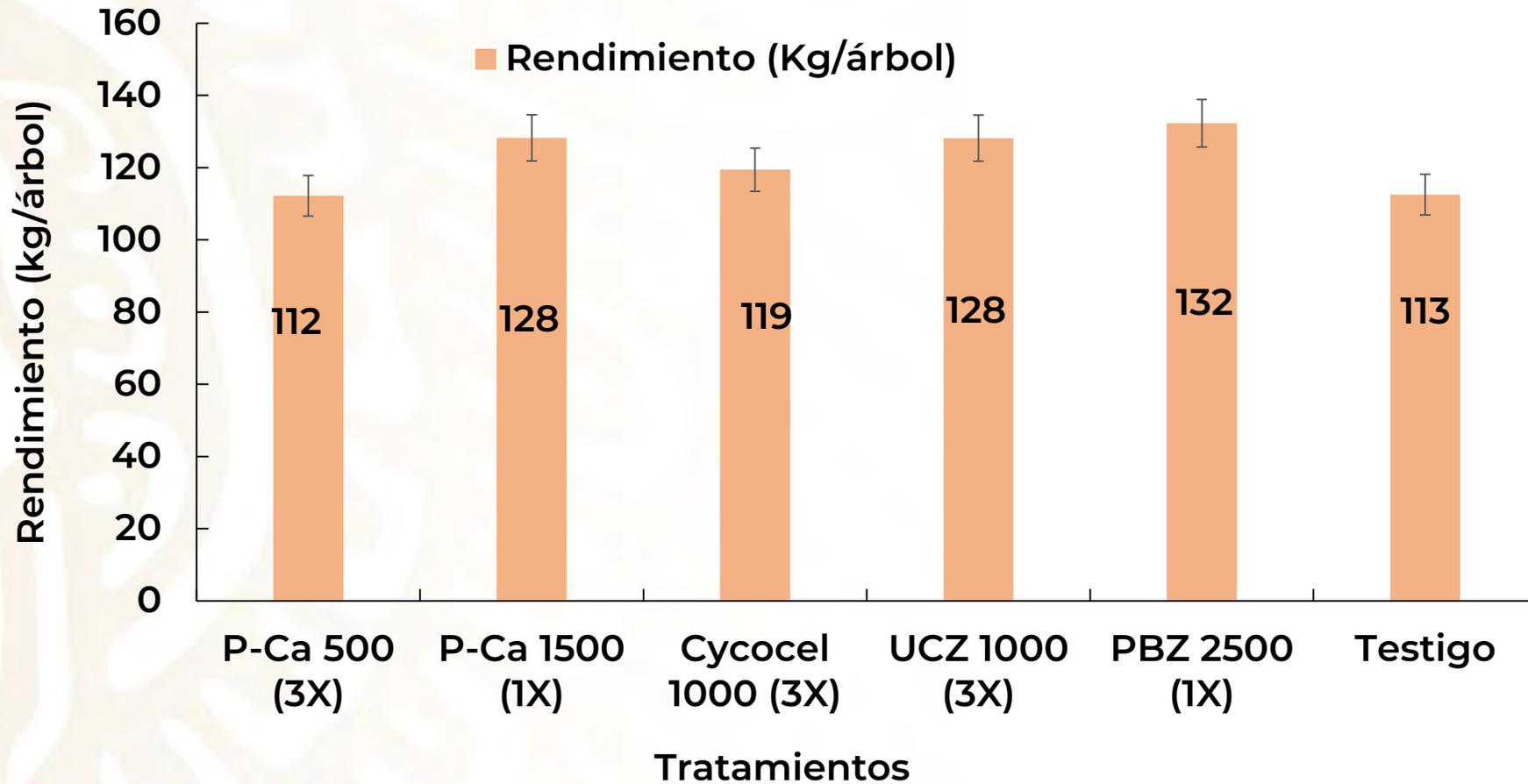
# Inhibidores de giberelinas: Alternativas a PBZ

## Resultados en Kent. 2021

### Efecto en floración

Tratamientos	Floración total (%)	Plena Floración (Días)	Adelanto (Días)
P-Ca 500 3X	100	135	21
P-Ca 1500 1X	100	135	21
Cycocel 1000 3X	100	137	19
UCZ 1000 3X	100	139	17
PBZ 2500 1X	100	135	21
Testigo	76	156	0





## Efecto en Rendimiento

Adelanto en cosecha 10 – 15 días

**CONCLUIMOS**

**ATAULFO, TOMMY ATKINS Y KENT**

**Los inhibidores de giberelinas aseguran y modifican floración.**

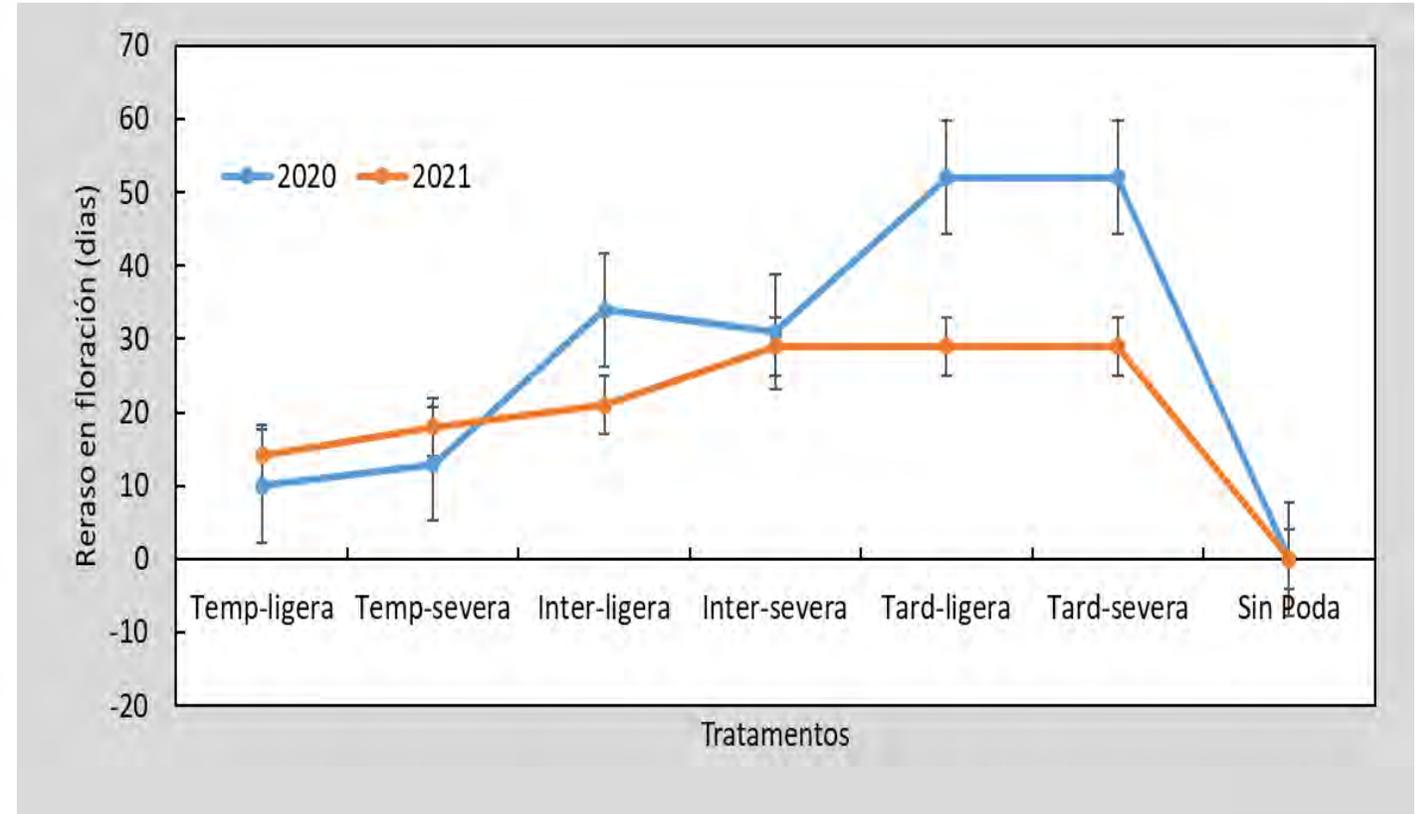
**Independientemente de las condiciones no inductivas**

**VALIDAR LOS RESULTADOS**

**P-Ca puede ser una alternativa al PBZ**

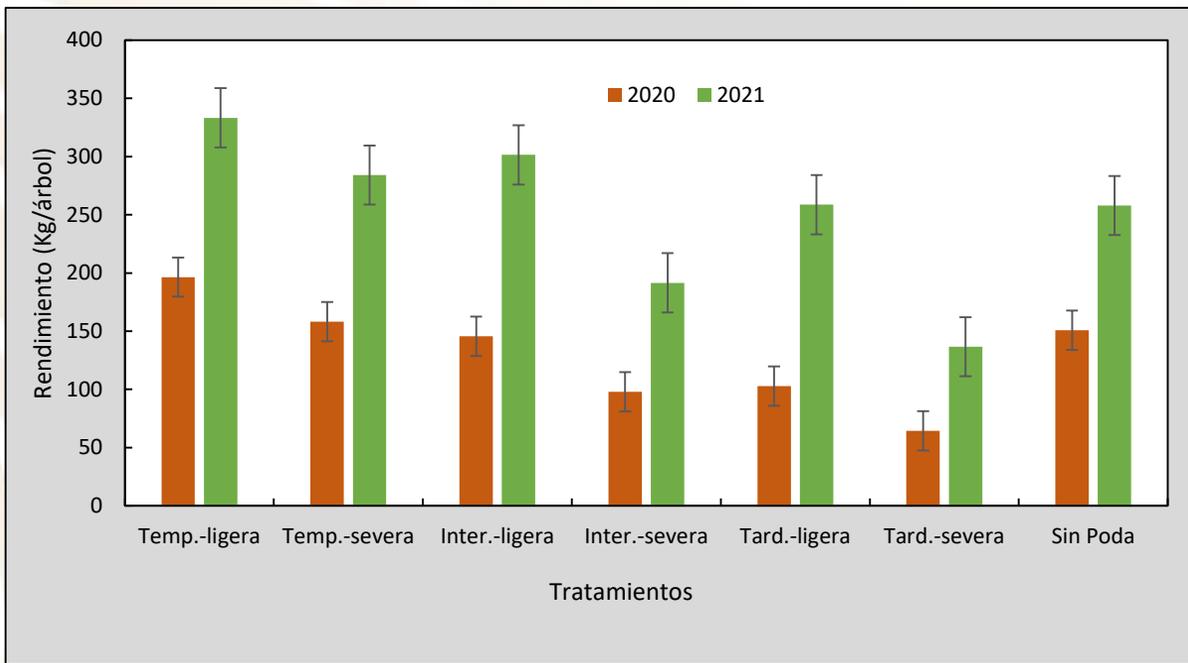
# PODA PARA MODIFICAR FLORACION ATAULFO

Tratamiento	Floración Total (%)	
	2020	2021
Temp-ligera	70	94
Temp-severa	60	91
Inter-ligera	57	85
Inter-severa	47	58
Tard-ligera	29	59
Tard-severa	15	19
Sin Poda	71	99

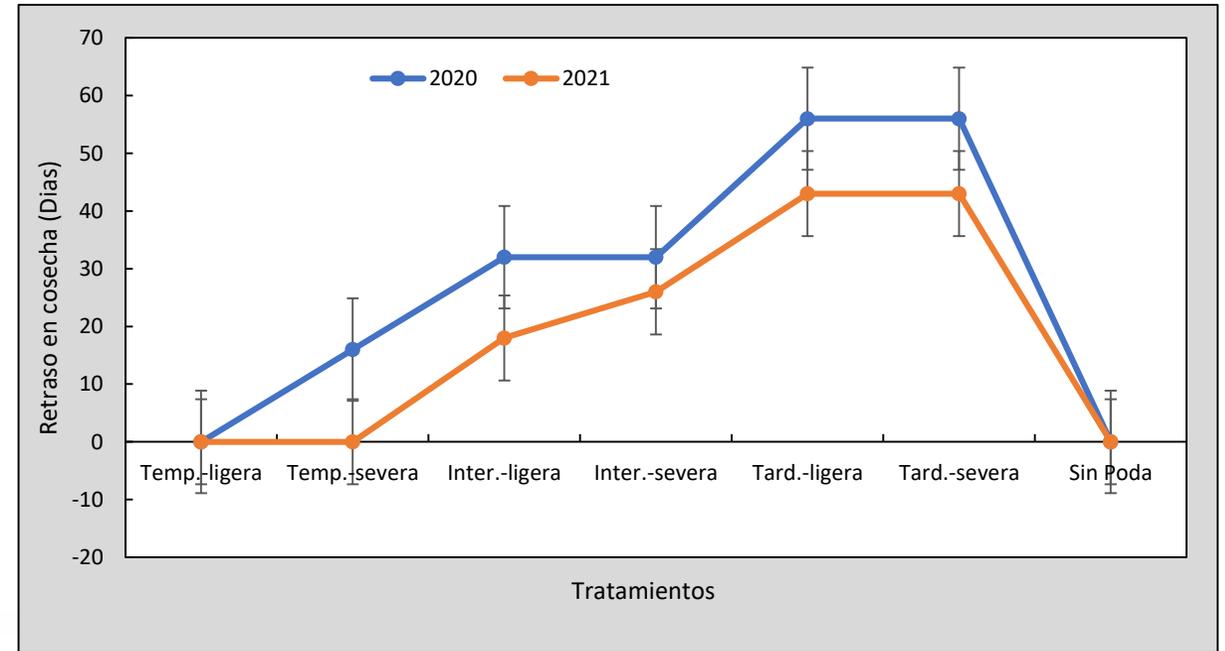


Efecto en floración

Efecto en retraso de floración



## Efecto en rendimiento



## Efecto en retraso de cosecha

## Efecto de la poda en época de cosecha: Época e intensidad

Tratamientos	Fecha de cosecha	Precio/kg (\$)	Precio/árbol (\$)
Temprana Ligera	30/5/20	3.2	<b>631.5</b>
Temprana severa	15/6/20	3.2	508.5
Intermedia Ligera	30/6/20	5.4	<b>780.0</b>
Intermedia severa	30/6/20	5.4	525.0
Tardía Ligera	30/7/20	8.9	<b>918.8</b>
<b>Tardía severa</b>	<b>30/7/20</b>	<b>8.9</b>	<b>575.0</b>
Sin poda	30/5/20	3.2	484.7

En Ataulfo. Todos los tratamientos de poda retrasarían la cosecha

Poda intermedia (dos meses cosecha), ligera o severa, redujo la floración y rendimiento.

La poda intermedia y tardía en cualquiera de la severidad da lugar a un mejor precio, hasta 3 veces más que en época temprana.

En Nayarit, la poda intermedia y ligera es una opción para retrasar la cosecha.  
>calidad de fruto. Mejor precio. > productividad

# BIOPRODUCTOS EN FLORACIÓN ATAULFO 2019 - 2020

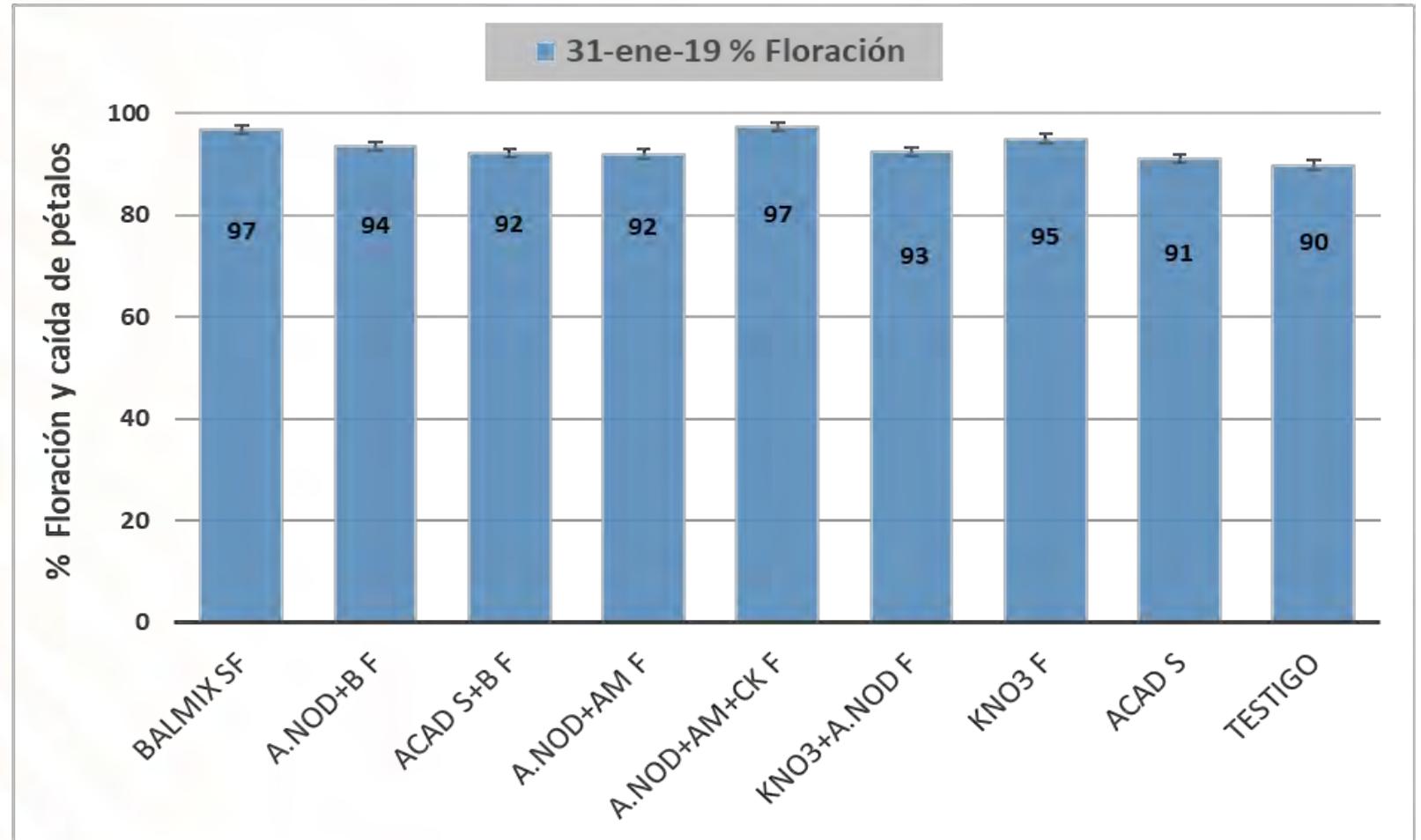
Algas marinas  
*Ascophyllum nodosum*

Aminoácidos

Lombricomposta

KNO<sub>3</sub>, citocininas

Aplicación: yema madura



Efecto en floración. 2019

# Efecto en rendimiento y tamaño de fruto

Tratamientos	Frutos árbol-1 (Núm.)		Peso del fruto (g)		Rendimiento (T ha <sup>-1</sup> )	
	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

# Estudios con Bioestimulantes en floración 2021. 'Ataulfo'

Tratamiento	Días a máxima floración <sup>z</sup>		Floración máxima (%)	
Balmix+A nod+ F1	86.3	d <sup>y</sup>	<b>90.2</b>	a
Fi Gran+ A nod+ F1	85.0	bc	<b>90.8</b>	a
Fi Hidro+ A nod+ F1	81.2	a	<b>92.2</b>	a
Balmix + A nod+ F2	85.3	bc	<b>92.4</b>	a
Fi Gran + A nod+ F2	85.6	c	<b>91.0</b>	a
Fi Hidro+ Anod+ F2	83.7	bc	<b>91.7</b>	a
Testigo (T17)	87.2	d	<b>57.8</b>	b

**Algas marinas**  
*Ascophyllum nodosum*  
+  
**Aminoácidos**  
+  
**Citocininas**

**Lixibiado**  
**Lombricomposta**

Fi = fuente inorgánica granulada e hidrosoluble  
F1 y F2, Una y dos fechas de aplicación

## Efecto en producción 2021

Tipo	Factor	Frutos por árbol (Núm.)	Peso (g)		Rendimiento kg árbol <sup>-1</sup> T ha <sup>-1</sup> )	
			Regular	Grande	Árbol	Ha
Fertilizante	Balmix	224 bc <sup>z</sup>	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 (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
	A. nod. F2	248 b	329 a	411 ab	89 ab	12.0 ab
	Testigo	<b>231 bc</b>	<b>293 b</b>	<b>397 b</b>	<b>74 c</b>	<b>9.9 c</b>
	Media	252	314	411	87	11.643

*A. nodum* sincronizo floración y mayor porcentaje que testigo.

Algas marinas, aminoácidos +  
citocininas mejorar floral, rendimientos  
y calidad del fruto

**VALIDACIÓN  
DE  
RESULTADOS**