

# Uso de la Temperatura Ambiental para Predecir la Fenología Floral del Aguacate 'Hass'

---

**S. Salazar-García, L.E. Cossio-Vargas, I.J.L.  
González-Durán y C.J. Lovatt**  
INIFAP-Nayarit, Univ. Aut. Nayarit, Univ. California, Riverside

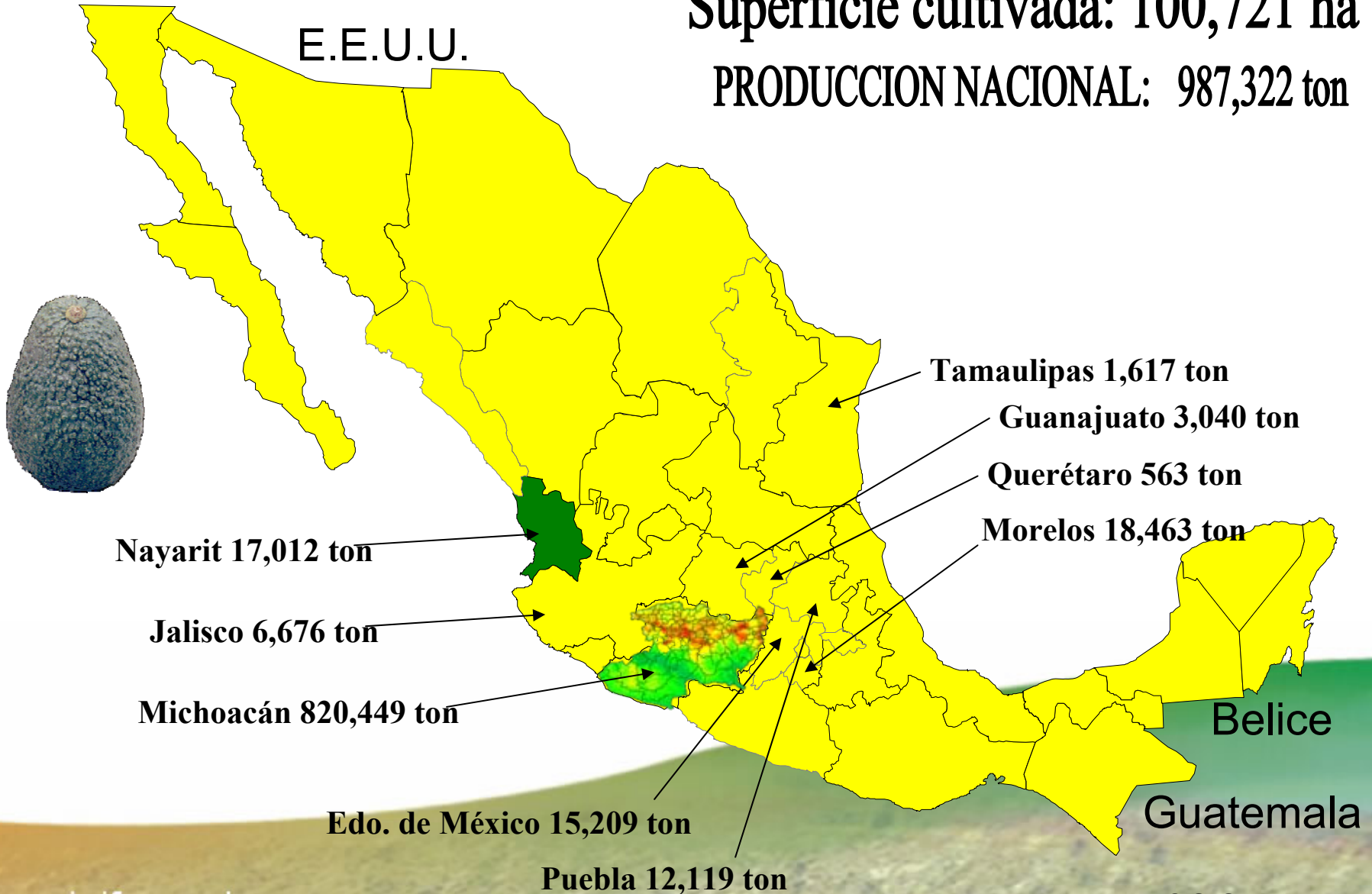
**VI Congreso Mundial de la Palta**

**Viña del Mar, Chile. 12-16 Nov. 2007**

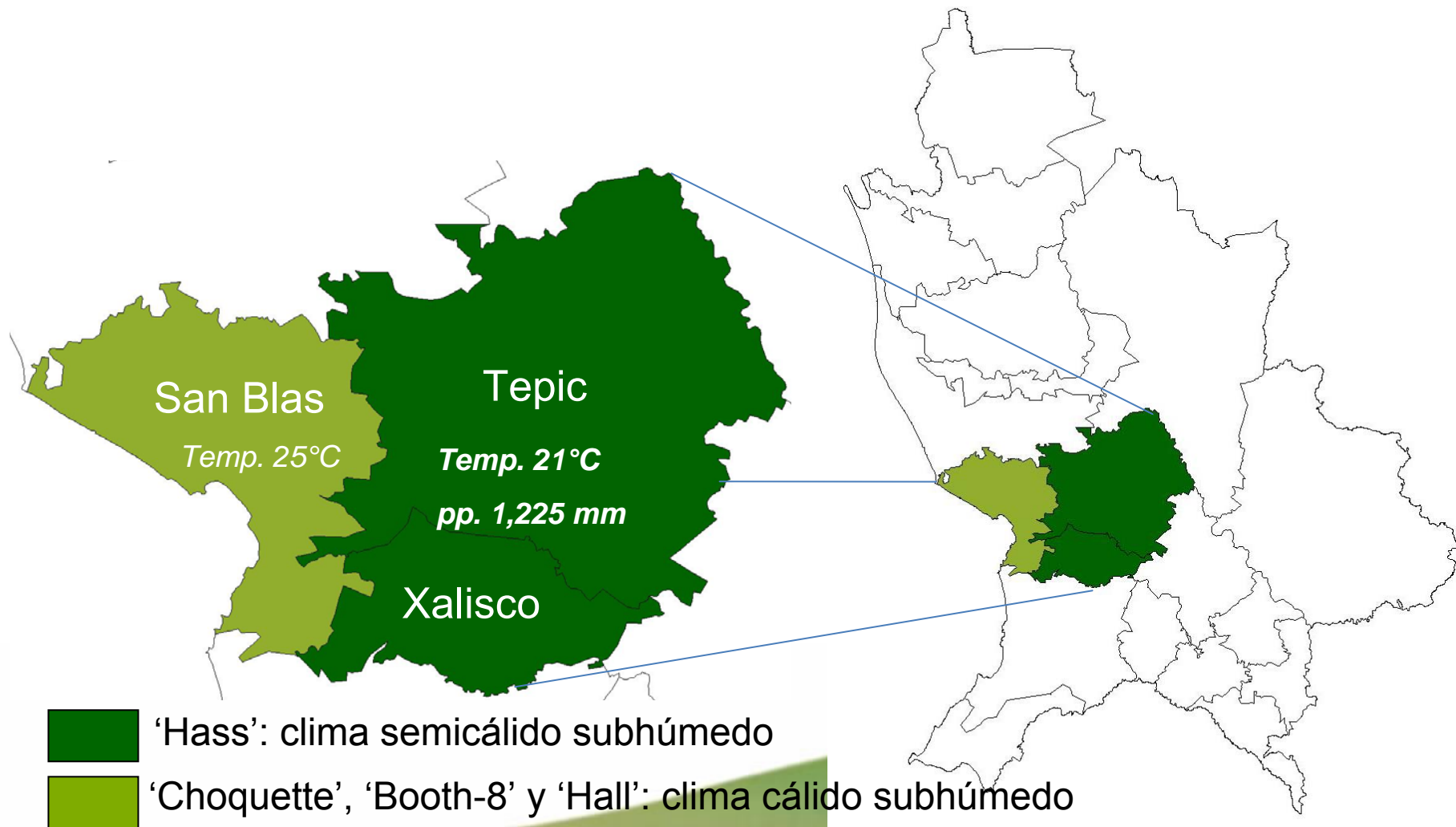
# Producción de aguacate en México

Superficie cultivada: 100,721 ha

PRODUCCION NACIONAL: 987,322 ton



# Municipios productores de aguacate en el estado de Nayarit



# Antecedentes

- El desarrollo floral del aguacate 'Hass' ha sido asociado al descenso de la temperatura ambiental y es posible modelarlo matemáticamente
- Un modelo de predicción del desarrollo floral es una herramienta útil para mejorar la productividad de los huertos

# Objetivo

- Desarrollar modelos de predicción, basados en temperatura ambiental, para pronosticar etapas críticas de la fenología floral del aguacate 'Hass'

# Materiales y Métodos

- Dos huertos adultos de 'Hass' cultivados sin riego (lluvia anual = 1,242 mm)
- Clima semicálido subhúmedo (temp. media anual = 21.3 °C)



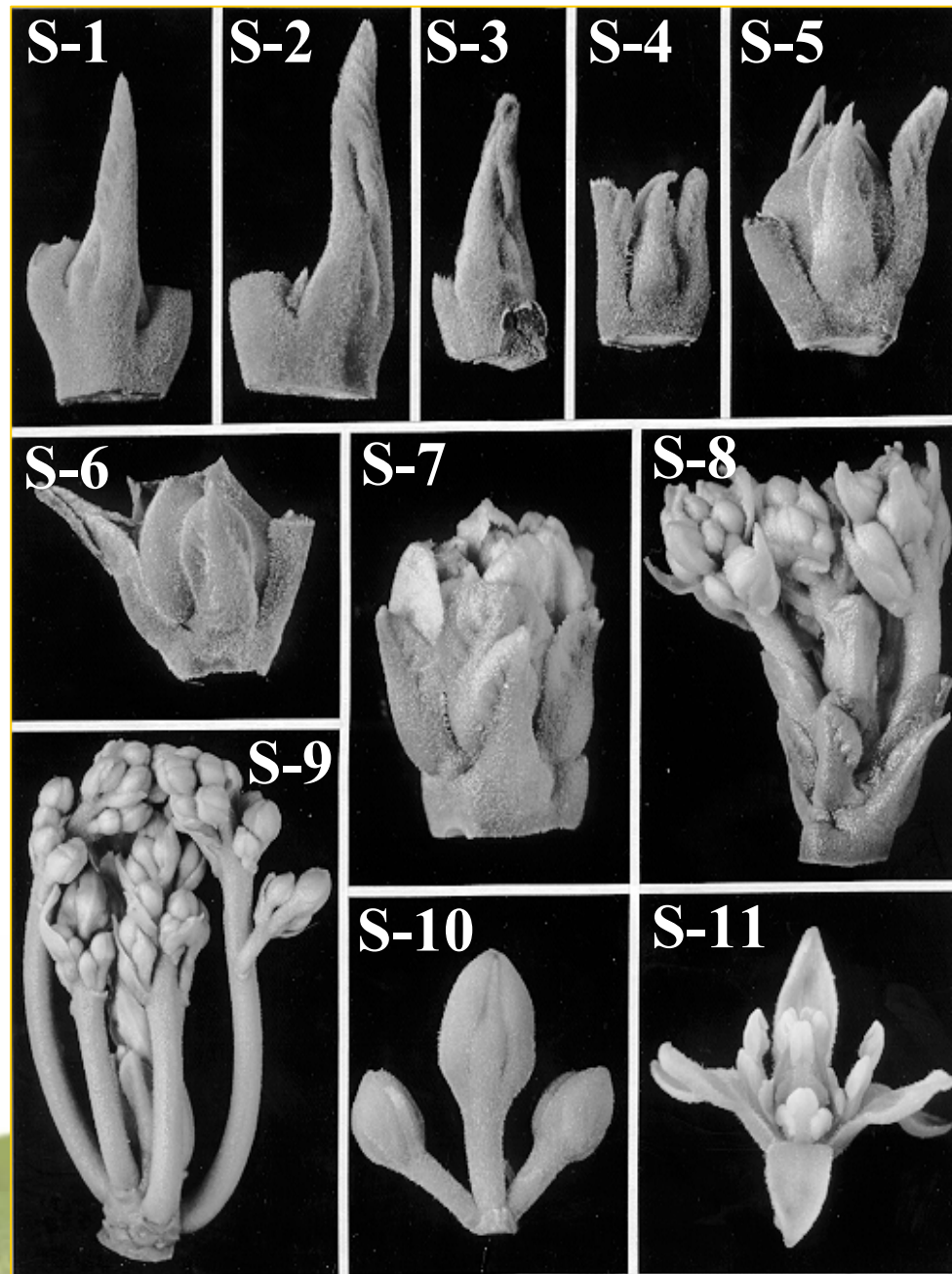
# Datos de desarrollo floral

- 1998-2006
  - Desarrollo floral de yemas de los flujos de invierno y verano.
  - Temperaturas ambientales diarias
- El patrón de desarrollo floral no fue influenciado por:
  - La presencia de fruto en el brote
  - La carga de fruto en el árbol (<60 kg/árbol vs. >100 kg/árbol)
  - La altura del huerto (900 vs. 1,200 m)
- Se utilizó un solo conjunto de datos del desarrollo floral de brotes del flujo de invierno o verano



# Escala de desarrollo floral

(Salazar-García et al., 1998)





# Días frío (DF) e intervalos de temperatura (INT)

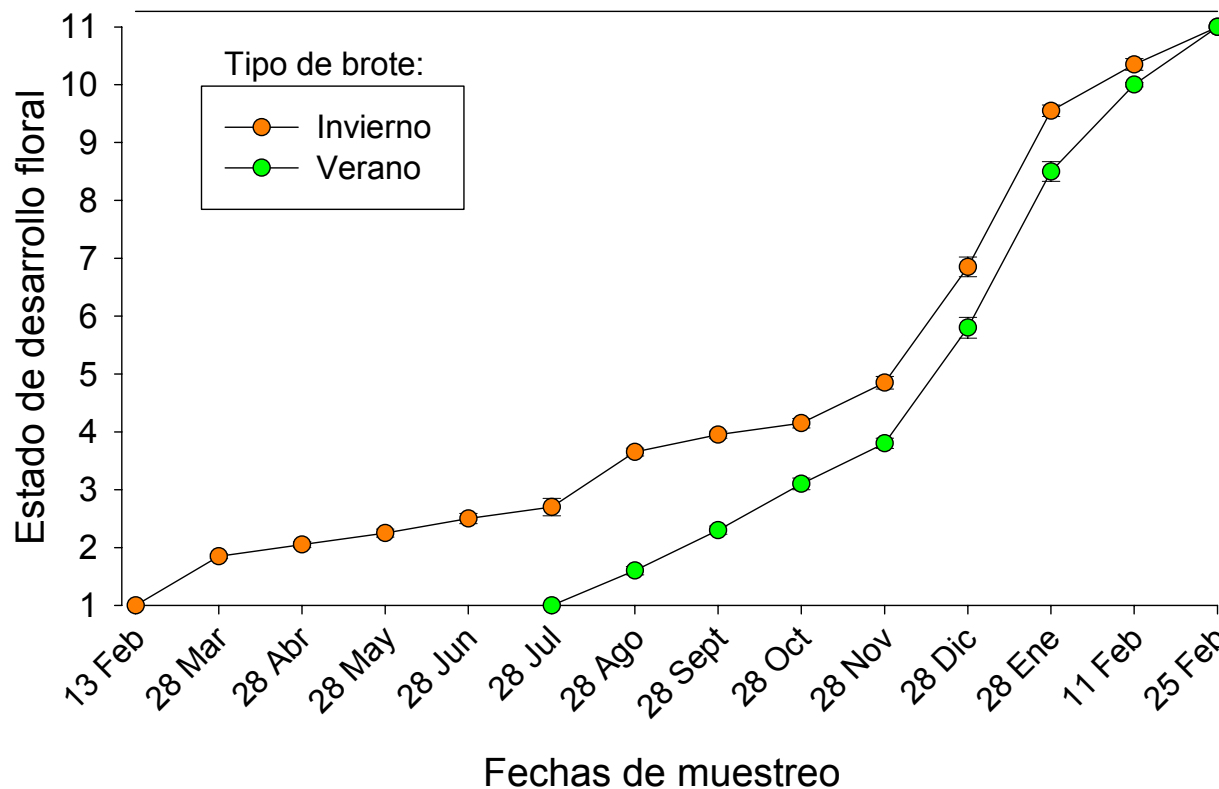
- Temperaturas críticas de 12 °C a 25 °C
- Intervalos entre la temp. máx. y mín. diaria
- Día Cero
  - Brotes de verano (Julio): Yemas en S-1 (Yema cerrada y puntiaguda localizada dentro de las dos últimas hojas sin expandir del brote)
  - Brotes de invierno (Julio): Yemas  $\geq$  S-3 (Yema cerrada y puntiaguda con senescencia parcial de las escamas de la yema)

# Obtención de modelos de predicción

- Identificación de la temperatura asociada con el desarrollo floral
  - DFA: suma individual de los valores de  $DF_{12}$  hasta  $DF_{25}$
  - INTAC: intervalos acumulados
- Desarrollo de modelos de predicción
  - Variable independiente (DFA ó INTAC)
  - Variable dependiente (desarrollo floral)
  - Regresión (Stepwise) para seleccionar el mejor modelo para cada temperatura crítica ( $\leq 12$  °C hasta  $\leq 25$  °C) y los INTAC.
  - Criterios de selección:  $R^2$ , CME y valor de  $C_p$  según Mellows (Draper y Smith, 1981)
- Obtención de coeficientes matemáticos ( $\beta_0, \dots, \beta_n$ )
- Validación de los modelos
  - $\beta_0 = 0$ ;  $\beta_1 = 1$  y menor  $R^2$

# RESULTADOS

## Desarrollo floral de 'Hass' en Navarrit



# Características de los mejores modelos de predicción

Tipo de brote	DFA y temperatura	$Pr>T$ según el orden de respuesta del modelo					Criterios de selección		
		$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	Cp	R <sup>2</sup>	CME
Invierno	$\leq 21$ °C	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	4.4	0.99	0.024
Verano	$\leq 19$ °C	0.0123	0.0219	0.0456	0.0583	0.0471	4.2	0.98	0.282

# Mejores modelos de predicción del desarrollo floral del cv. Hass

- Invierno<sub>DFA ≤ 21</sub>

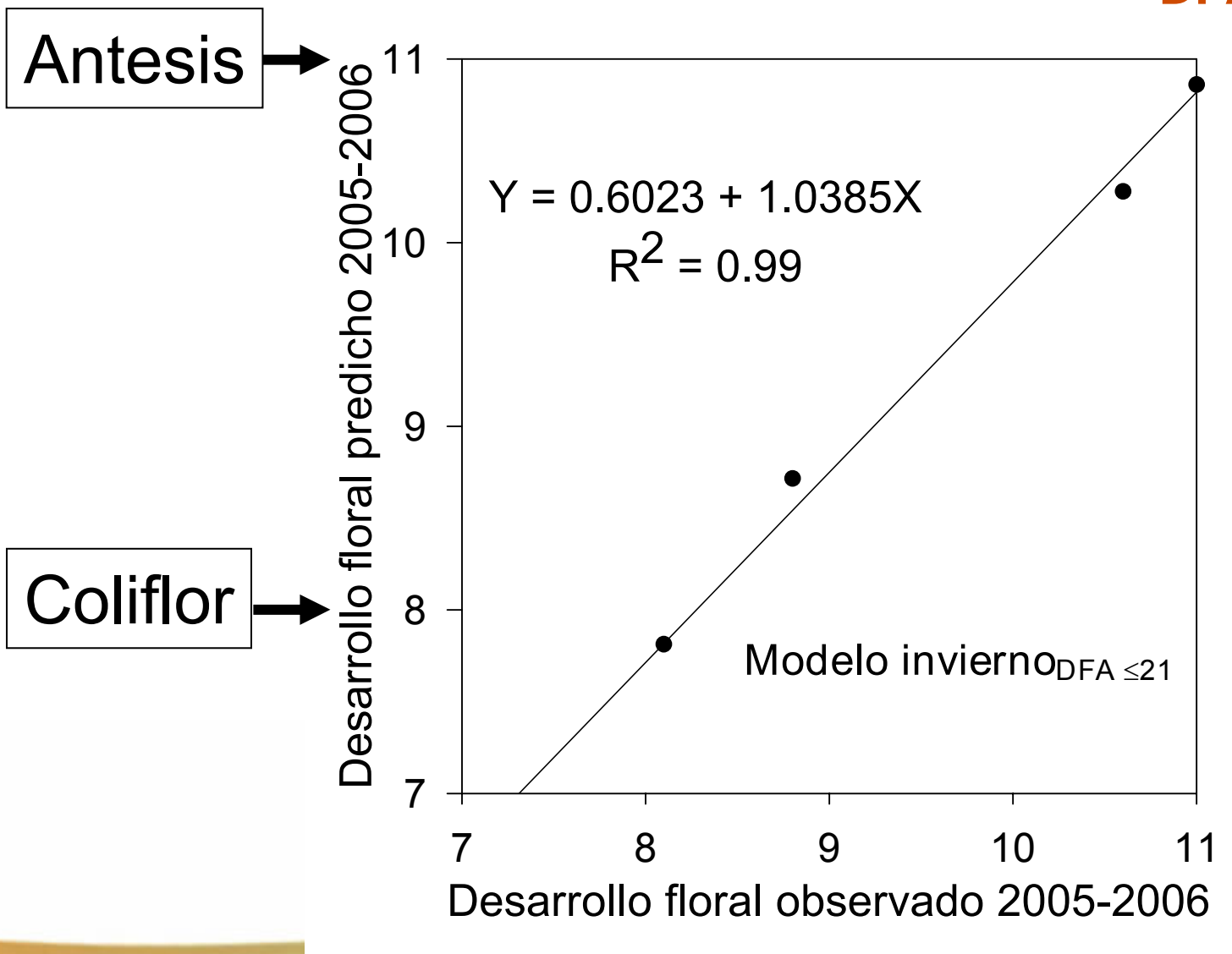
$$Y = 3.690559 + 0.030014X - 0.000721X^2 + 0.000005243X^3 + 2.3675456E^{-8}X^4$$

- Verano<sub>DFA ≤ 19</sub>

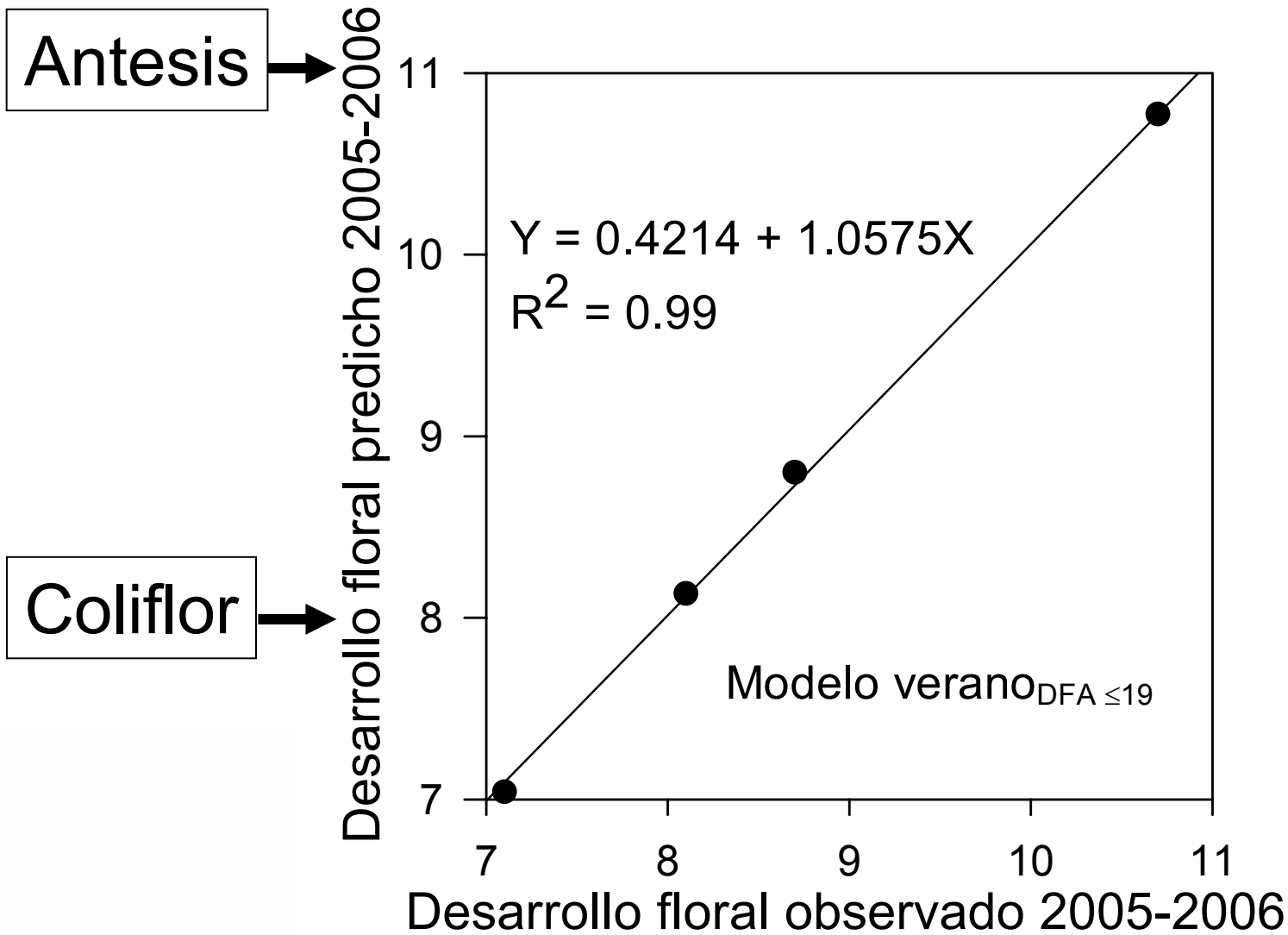
$$Y = 0.900118 + 0.07697X - 0.001245X^2 + 0.000013197X^3 - 3.84E^{-08}X^4$$



# Validación del modelo invierno<sub>DFA≤21</sub>



# Validación del modelo verano<sub>DFA≤19</sub>



# Conclusiones

- El desarrollo de floral de 'Hass' en el clima semicálido de Nayarit fue asociado a la temperatura ambiental y pudo ser modelado matemáticamente
- Brotes del flujo de invierno
  - Modelo invierno $_{DFA \leq 21}$  ( $R^2 = 0.99$ )
- Brotes del flujo de verano
  - Modelo verano $_{DFA \leq 19}$  ( $R^2 = 0.98$ )

# Gracias

[salazar.samuel@inifap.gob.mx](mailto:salazar.samuel@inifap.gob.mx)



Viña del Mar, Chile, 12-16 Noviembre 2007