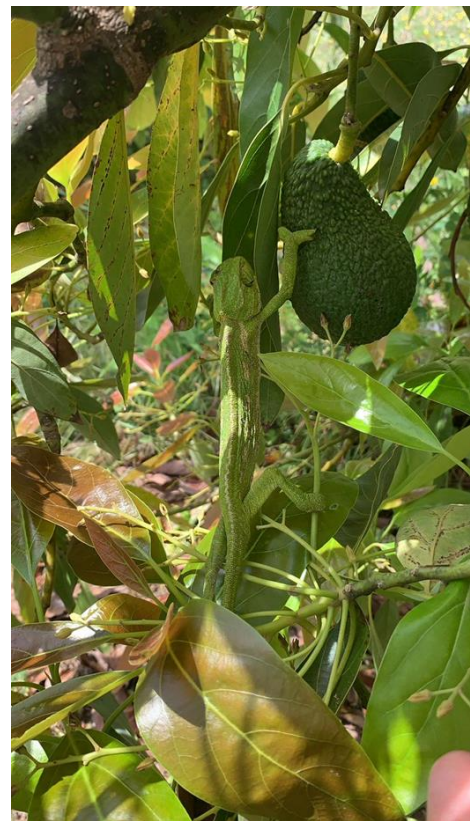


DE FLOR A FRUTO EN AGUACATE. ¿DÓNDE SE HAN IDO TODAS LAS FLORES?



Iñaki Hormaza





UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

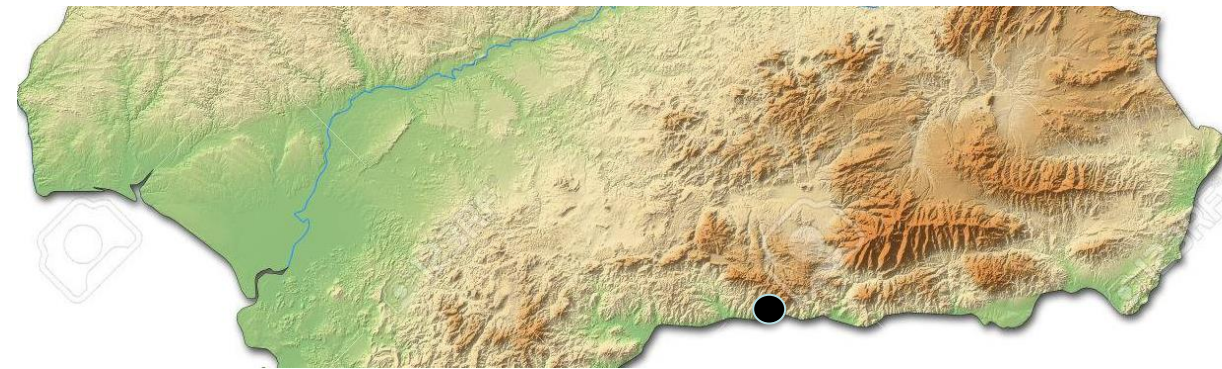
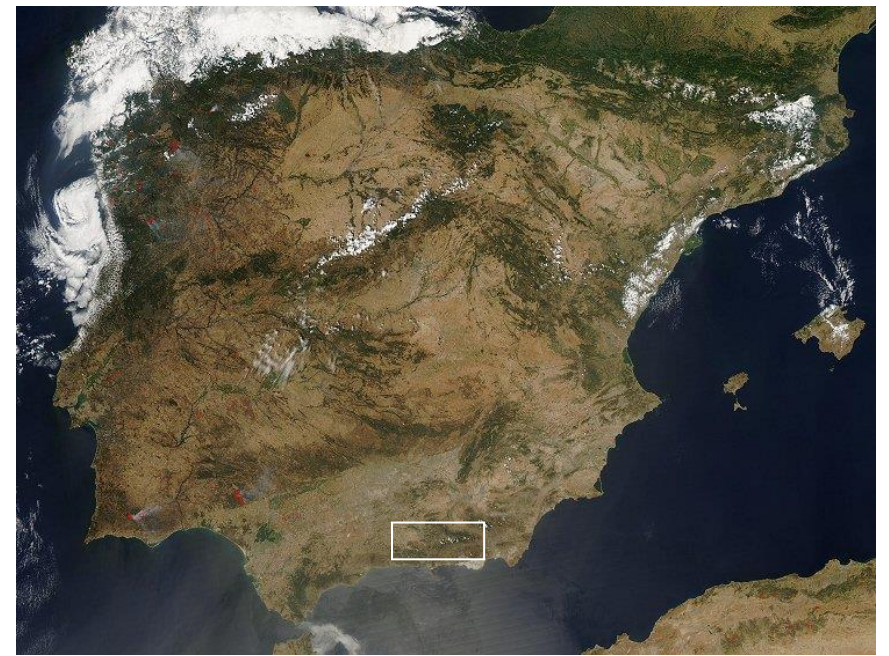


ESTACIÓN EXPERIMENTAL LA MAYORA





- Latitud: 36° 45' N
- Temperaturas (últimos 40 años)
 - Media: 19.4°C
 - 29.4°C (media máximas en agosto)
 - 9.3°C (media mínimas en enero)
 - Mínima temperatura absoluta: 0.5°C en enero 2005
- Precipitación: 435 mm año

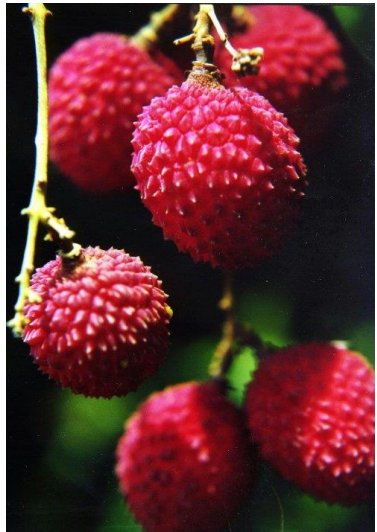


La Mayora Experimental Station

ÚNICA REGIÓN EN LA EUROPA CONTINENTAL CON UNA PRODUCCIÓN SIGNIFICATIVA DE FRUTAS SUBTROPICALES

CAMBIANDO EL PAISAJE AGRÍCOLA



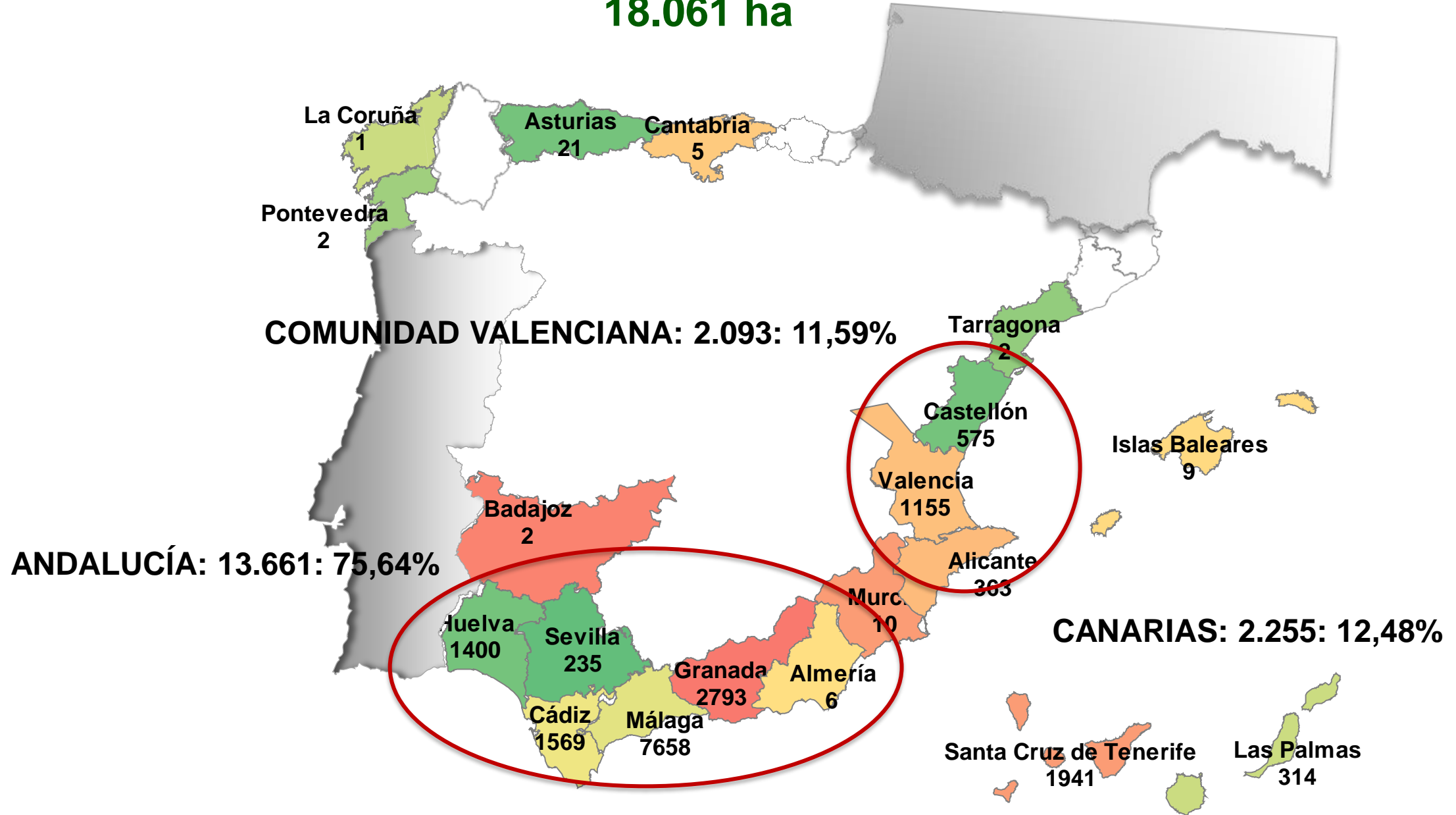


ESPAÑA

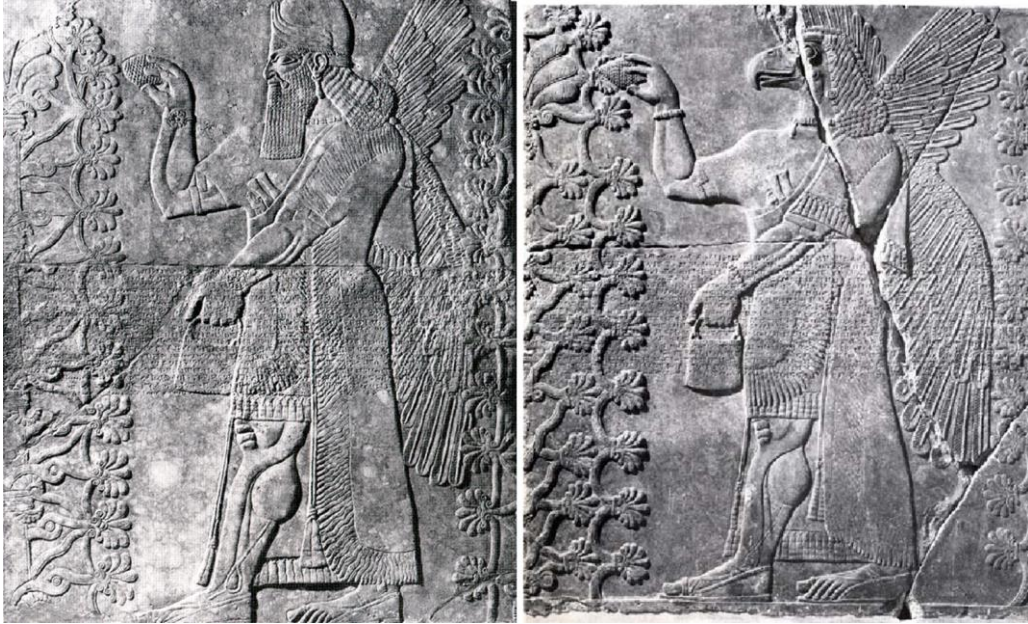
SUPERFICIE AGUACATE PROVINCIAS 2021

18.061 ha

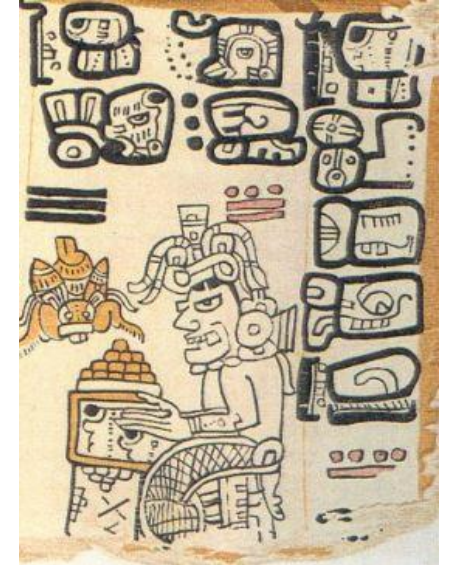
Datos MAPAMA



Polinización de palmera datilera en bajorelieves asirios










Meliponas en la cultura maya



Códice Maya de Madrid (c. 900-1521 dC)

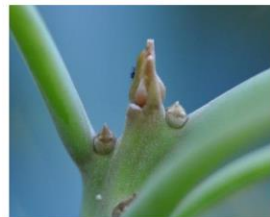
Manejo de colmenas de abeja melífera en antiguo Egipto



- a  = He of the sedge and the bee
- b  = sealer of the King of Lower Egypt
- c  = bee
- d  = honey
- e  = beekeeper
- f  = beekeeper
- g  = Chief beekeeper of Amun

Cueva de la Araña en Bicorp (Valencia) 9.000 – 6.000 a.C





Stage 010



Stage 019



Stage 110



Stage 115/315



Stage 119



Stage 510



Stage 511



Stage 512



Stage 513



Stage 514



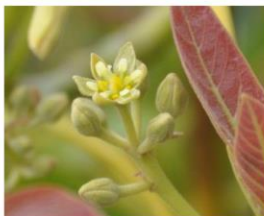
Stage 515



Stage 517/110



Stage 518/113



Stage 610 Female



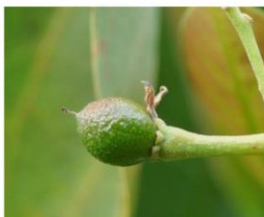
Stage 610 Male



Stage 519/617



Stage 711



Stage 712



Stage 715



Stage 719









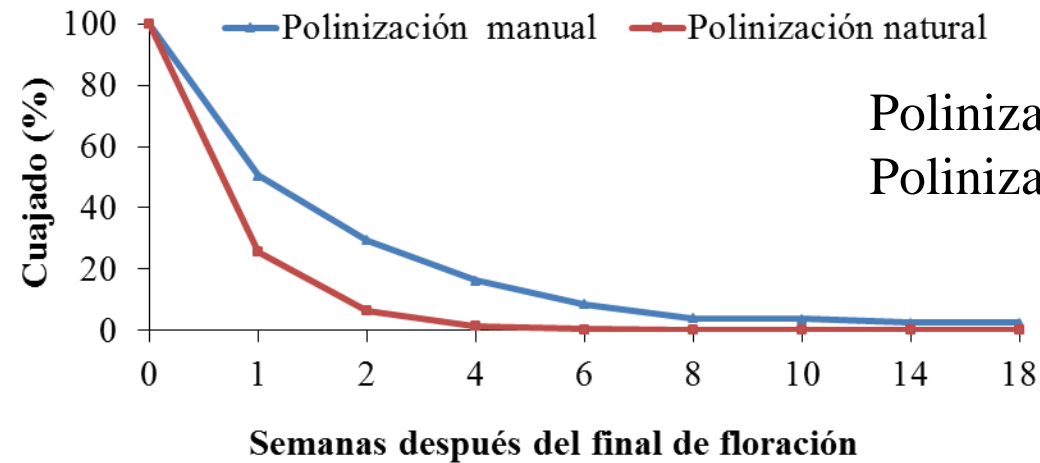
AGUACATE, BAJO CUAJADO



Caída masiva de flores y frutos en desarrollo

Flores no polinizadas

Cuajado aumenta tras polinizar manualmente



Polinización natural = 0.15%
Polinización manual = 2.8%

POLINIZACIÓN INADECUADA

¿CUÁNDO PERDEMOS FRUTOS?



Floración y cuajado inicial



Caída de frutitos 1-2 meses tras floración



Cuajado final

♀





♂





SOLAPE





SOLAPE

DICOGAMIA
PROTOGÍNICA

Pistillate stages



B1

Opening
cup-shape



B2

Open
circular



B3

Closing
cup-shape



C

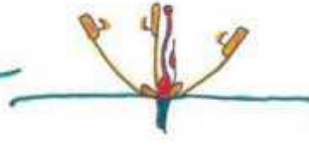
Closed

Staminate stages



D1

Before
dehiscence
circular



D2

First
dehiscence
circular



D3

Second
dehiscence
circular



D4

Closing
Oval



E

Closed

Fig. 1- Morphological stages of the flower







VARIEDADES A	VARIEDADES B
HASS	BACON
GWEN	ETTINGER
LAMB	FUERTE
MALUMA	SHARWIL
PINKERTON	SIR PRIZE
REED	WALTER HOLE
MENDEZ (CARMEN HASS)	ZUTANO

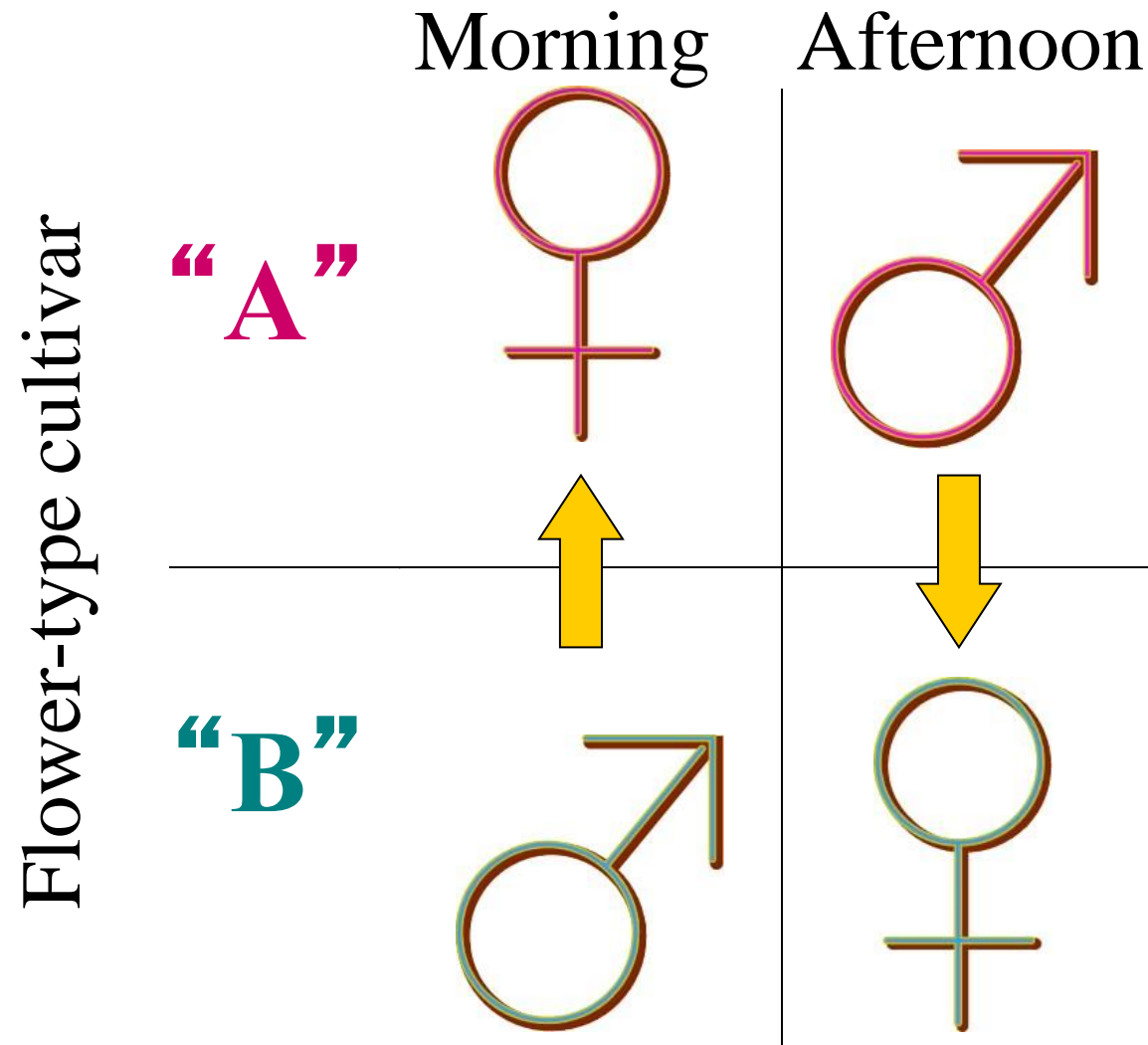
VARIEDADES TIPO A: las flores abren durante la mañana en estado femenino, cierran a mediodía y abren de nuevo durante la tarde del día siguiente en estado masculino.

VARIEDADES TIPO B: las flores abren durante la tarde en estado femenino, cierran al anochecer y abren de nuevo en estado masculino la mañana del día siguiente

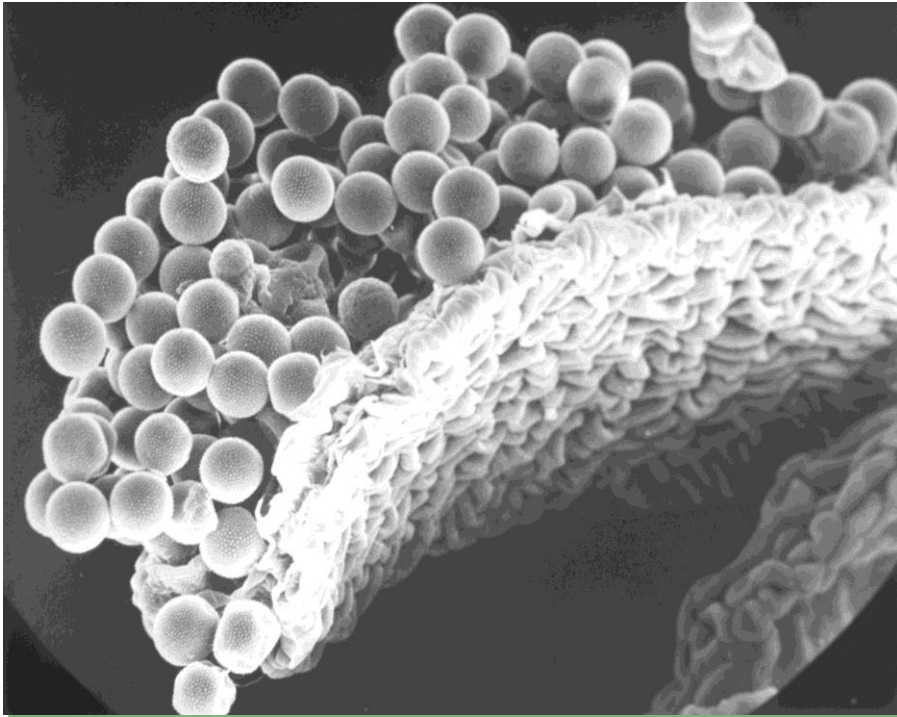
Floración en tipos "A" y "B"

		<u>DAY 1</u>		<u>DAY 2</u>	
		MORNING	AFTERNOON	MORNING	AFTERNOON
Flower-type cultivar	"A"				
	"B"				

Polinización entre cultivares de tipo “A” y “B”

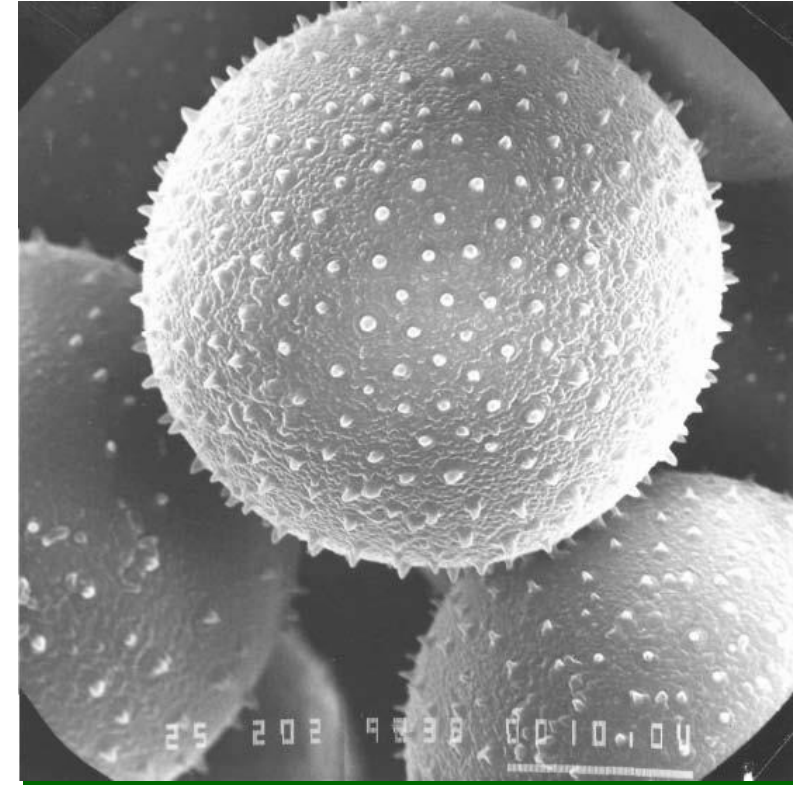


Granos de polen de aguacate



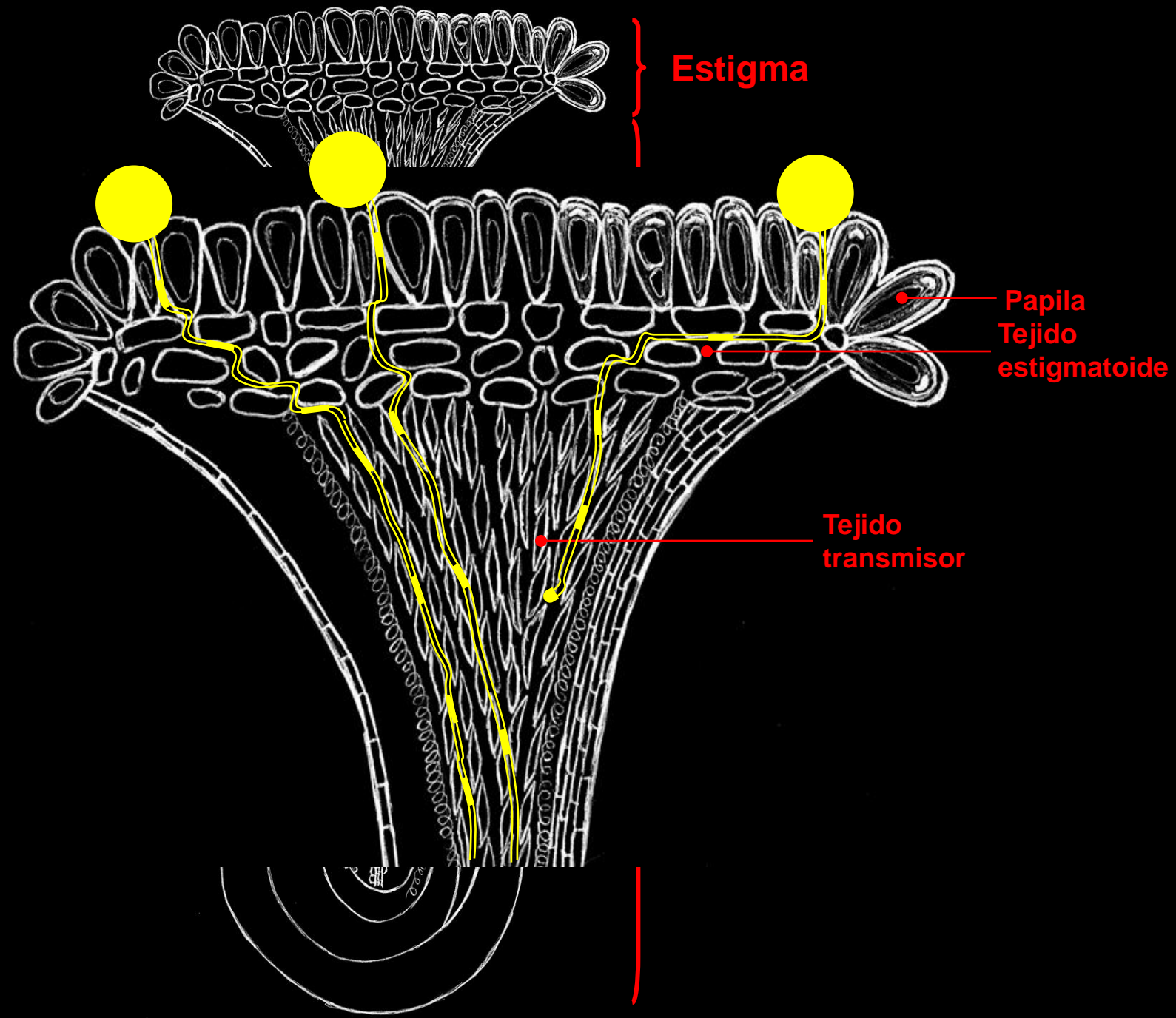
Polen de 'Fuerte' en la antera dehiscida

Ish-Am, 1994. PhD Thesis



Grano de polen de 'Hass' (SEM x2000)

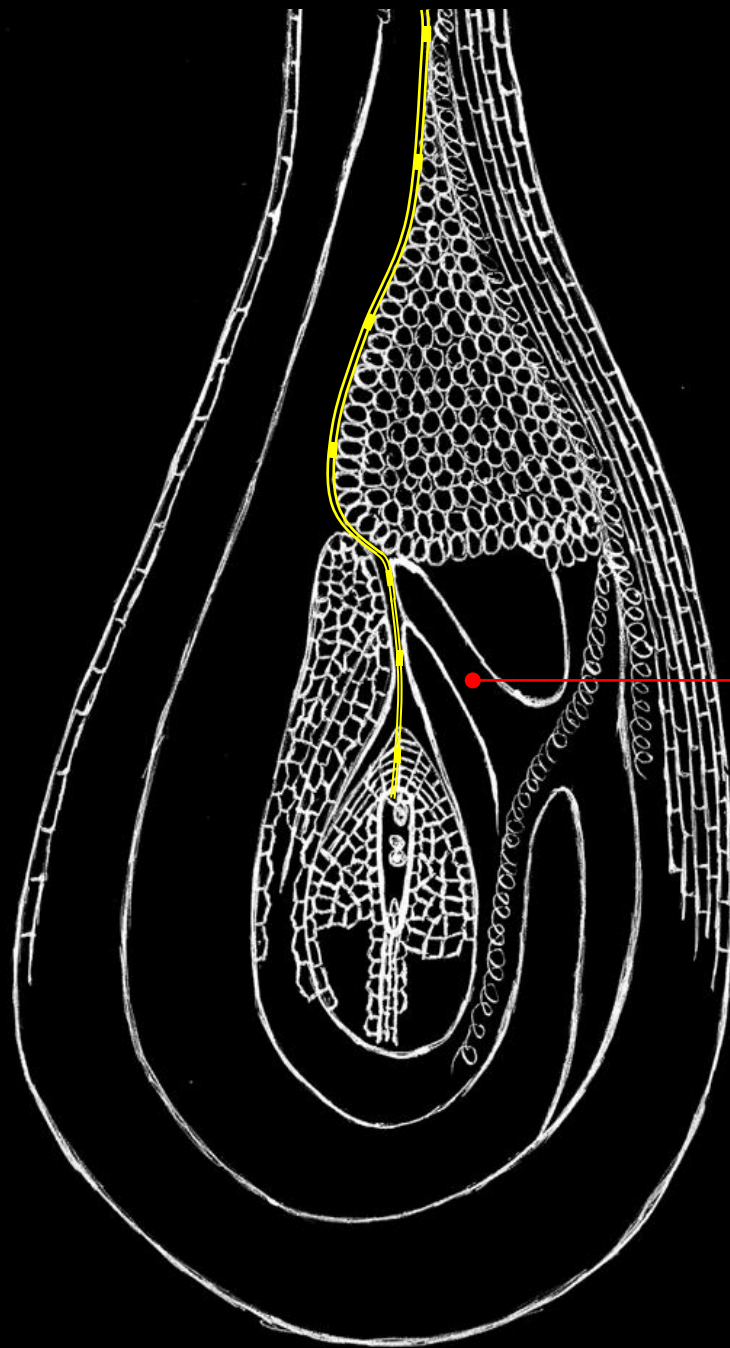
Gazit & Degani, 2002.



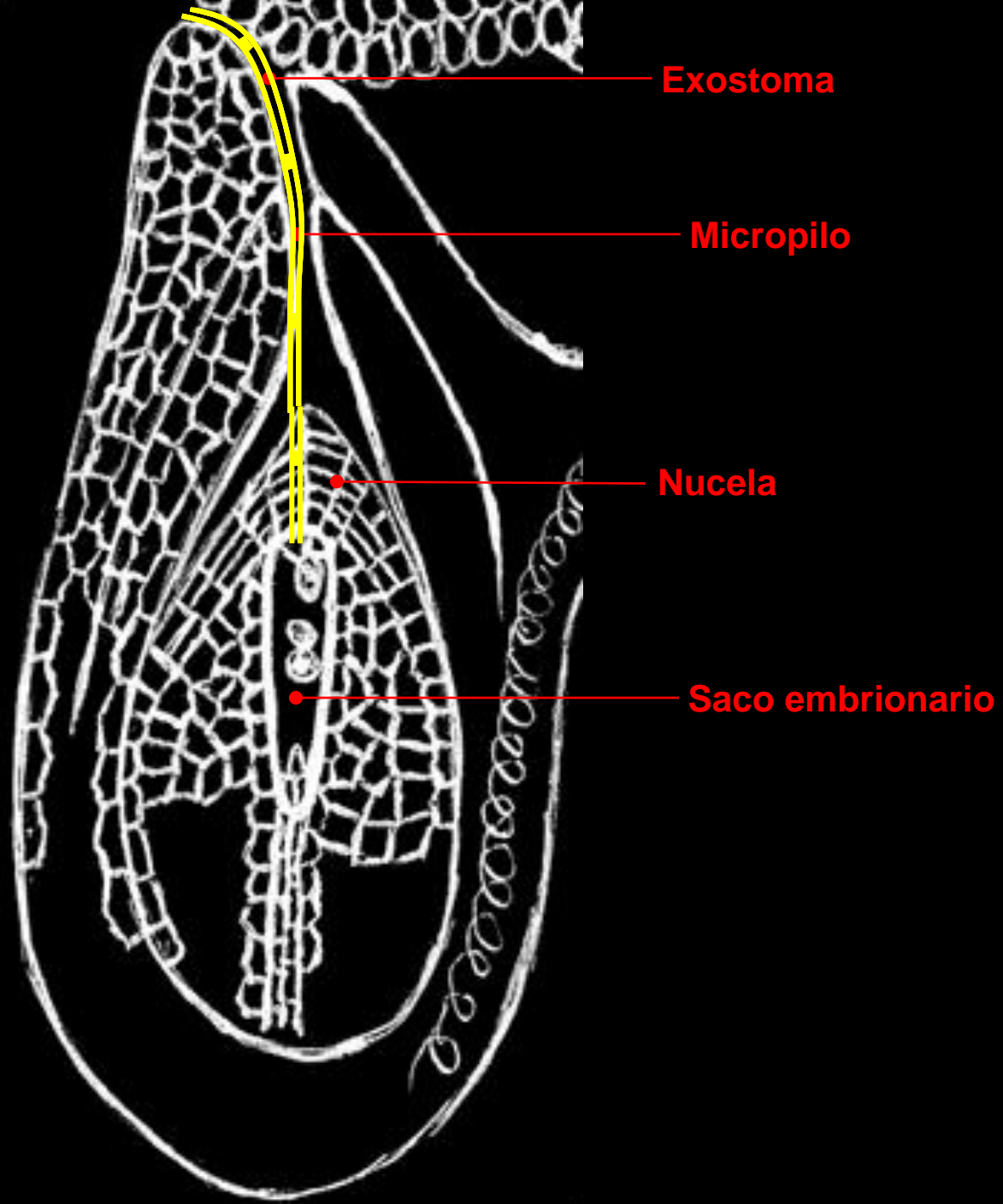
Estigma

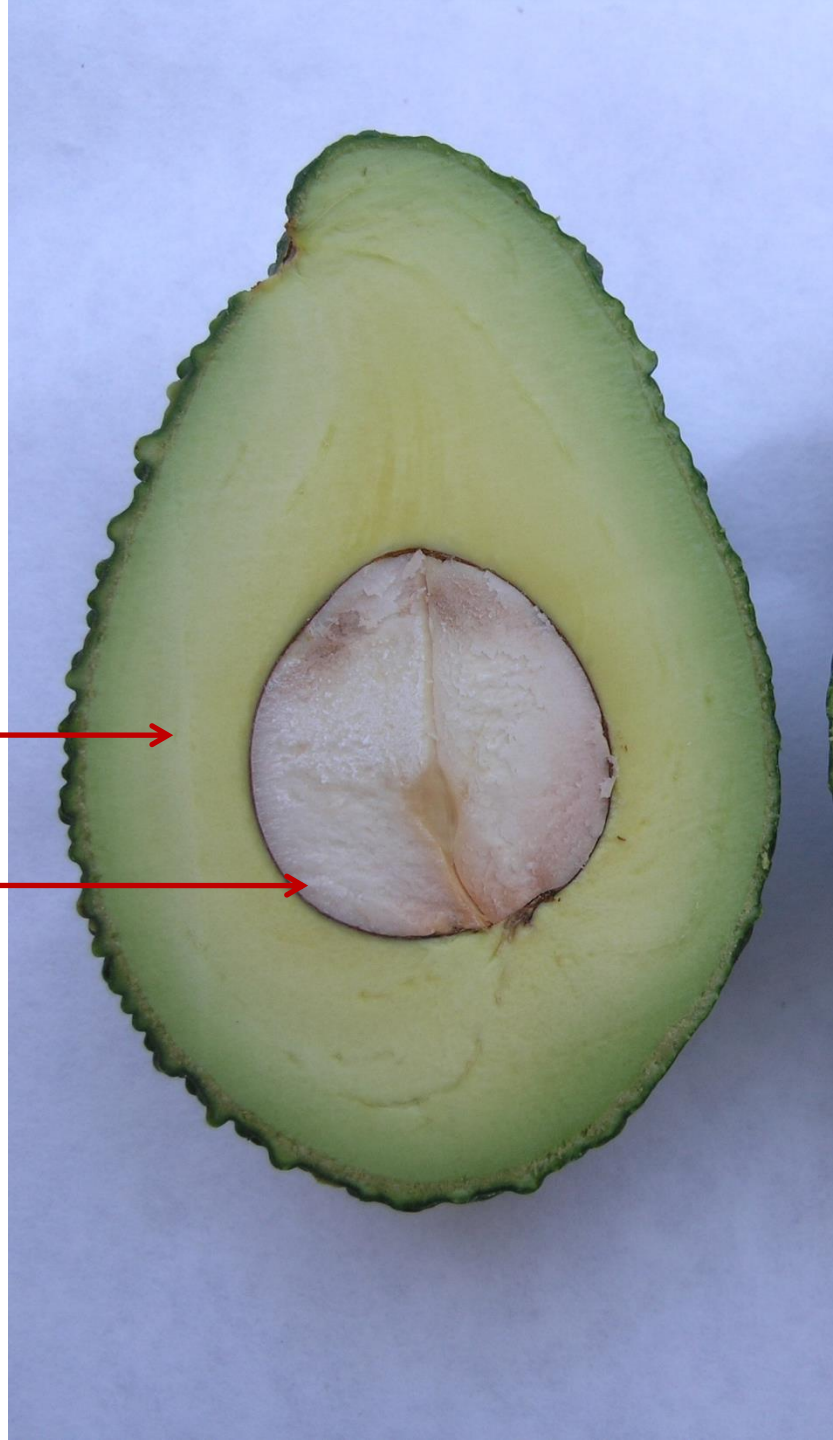
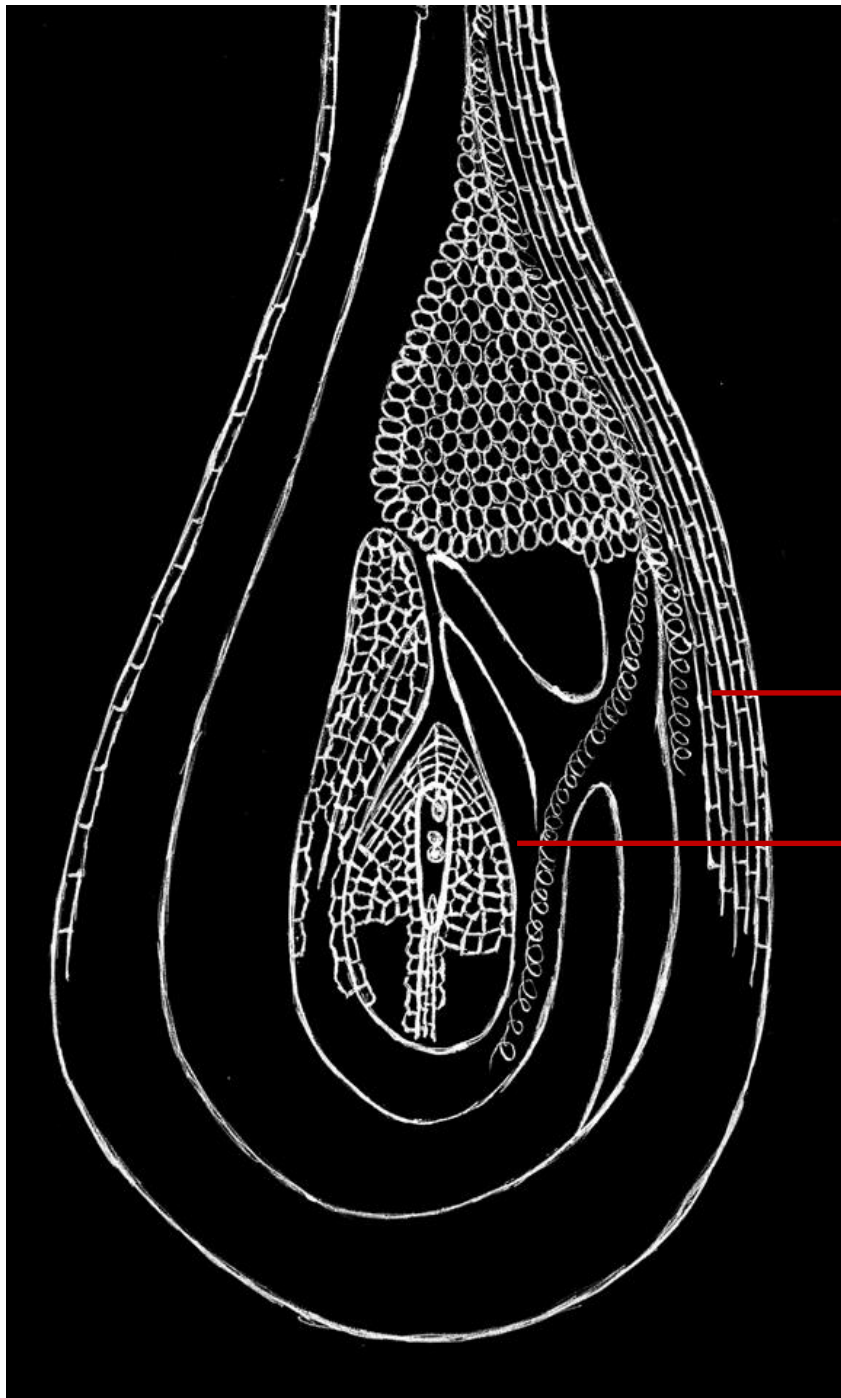
Papila
Tejido
estigmatoide

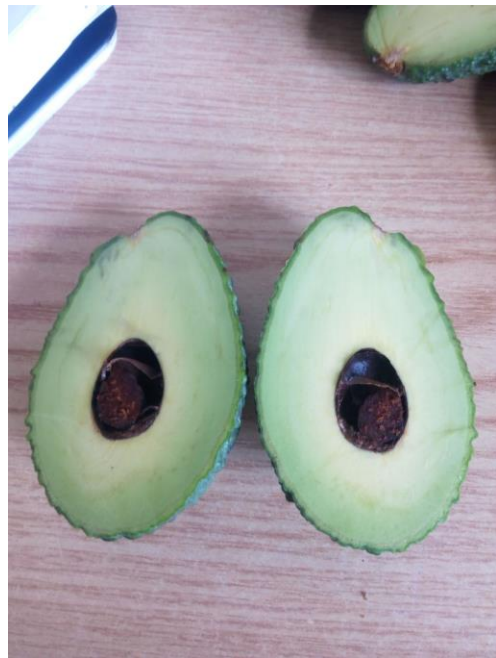
Tejido
transmisor



Óvulo







A close-up photograph of a bee on a yellow flower. The bee is positioned in the center-left of the frame, facing right. The flower is a cluster of small yellow blossoms. The background is a soft, out-of-focus greyish-green. The text is overlaid on the image in a bold, black, sans-serif font.

1. FACTORES AMBIENTALES Y POLINIZACIÓN

2. ESTADO NUTRITIVO DE LAS FLORES

3. NECESIDAD DE VARIEDADES POLINIZANTES

4. INSECTOS POLINIZADORES

A close-up photograph of a bee on a yellow flower. The bee is positioned on the left side of the frame, facing right towards the flower. The flower is a cluster of small yellow blossoms. The background is a soft, out-of-focus green and yellow. The text is overlaid on the image in a semi-transparent grey font.

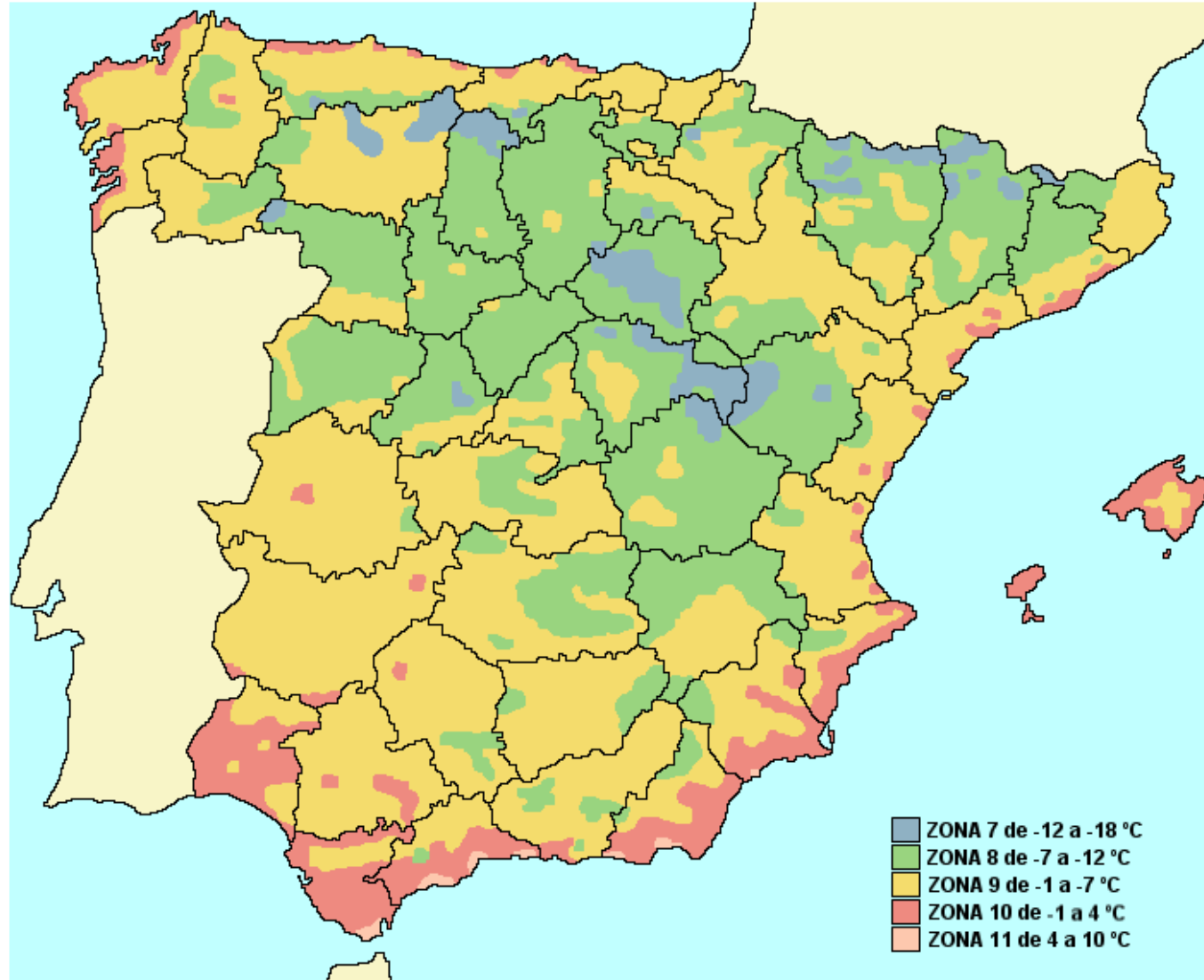
1. FACTORES AMBIENTALES Y POLINIZACIÓN

2. ESTADO NUTRITIVO DE LAS FLORES

3. NECESIDAD DE VARIETADES POLINIZANTES

4. INSECTOS POLINIZADORES

ZONAS RUSTICIDAD PENÍNSULA IBÉRICA



Algunos datos sobre temperaturas mínimas (° C)
en la Costa Sur Española¹

Estación	Nº Años	Media de mínimas (mes más frío)	Mínima absoluta
Almería	37	7.9	0.2
Motril	18	8.2	-2.0
Salobreña	10	6.4	0.0
Almuñécar	9	7.7	0.0
Nerja	6	6.3	2.0
Algarrobo	8	10.1	2.5
Vélez-Málaga	7	8.2	0.0
Málaga (Aerop.)	29	7.7	-3.8
Marbella	7	10.9	4.0
Guadarranque	6	6.7	0.0
Las Lomas	6	8.4	-2.0
Cádiz	14	9.5	-1.0
Huelva	40	5.9	-5.8
Lepe	11	6.6	-2.0
Ayamonte	6	7.2	-4.0

¹ Elaborado a partir de datos de Elías y Ruiz (1972)





GRUPO OPERATIVO DE INNOVACIÓN DEL AGUACATE

La Cartografía elaborada en la presente web, sigue el criterio de Calatrava que en 1993 elaboró un mapa con la siguientes categorías:



ÓPTIMA

Temperaturas mínimas absolutas inferiores a 0°C una vez cada 10 años y nunca inferior a -2°C .



VIABLE

Temperaturas mínimas absolutas inferiores a -2°C y nunca inferiores a -4°C .



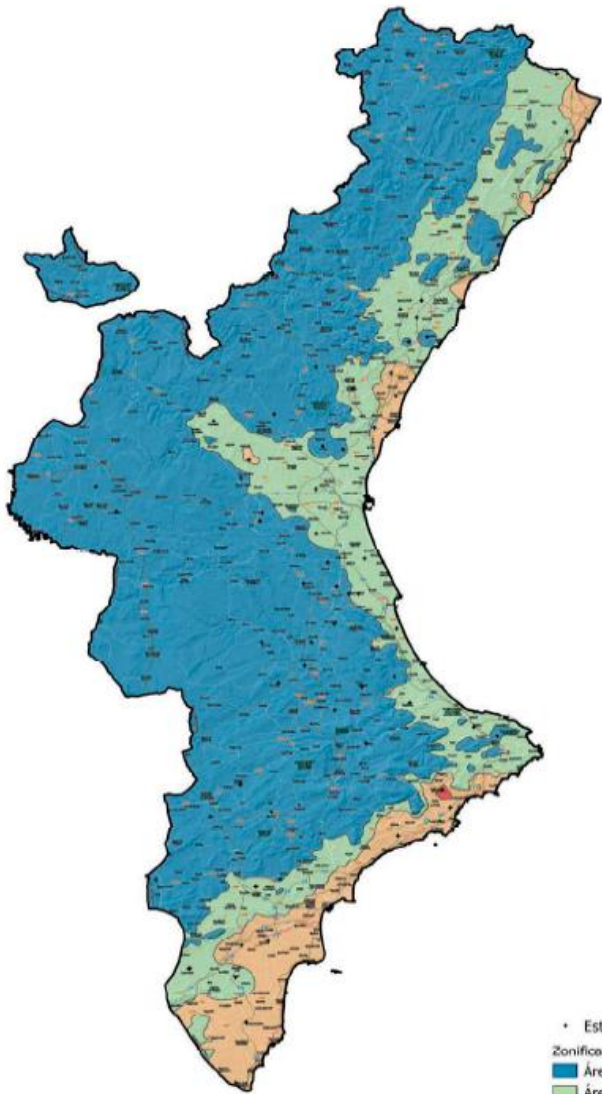
POSIBLE

Temperaturas mínimas absolutas inferiores a -4°C una vez cada 10 años.

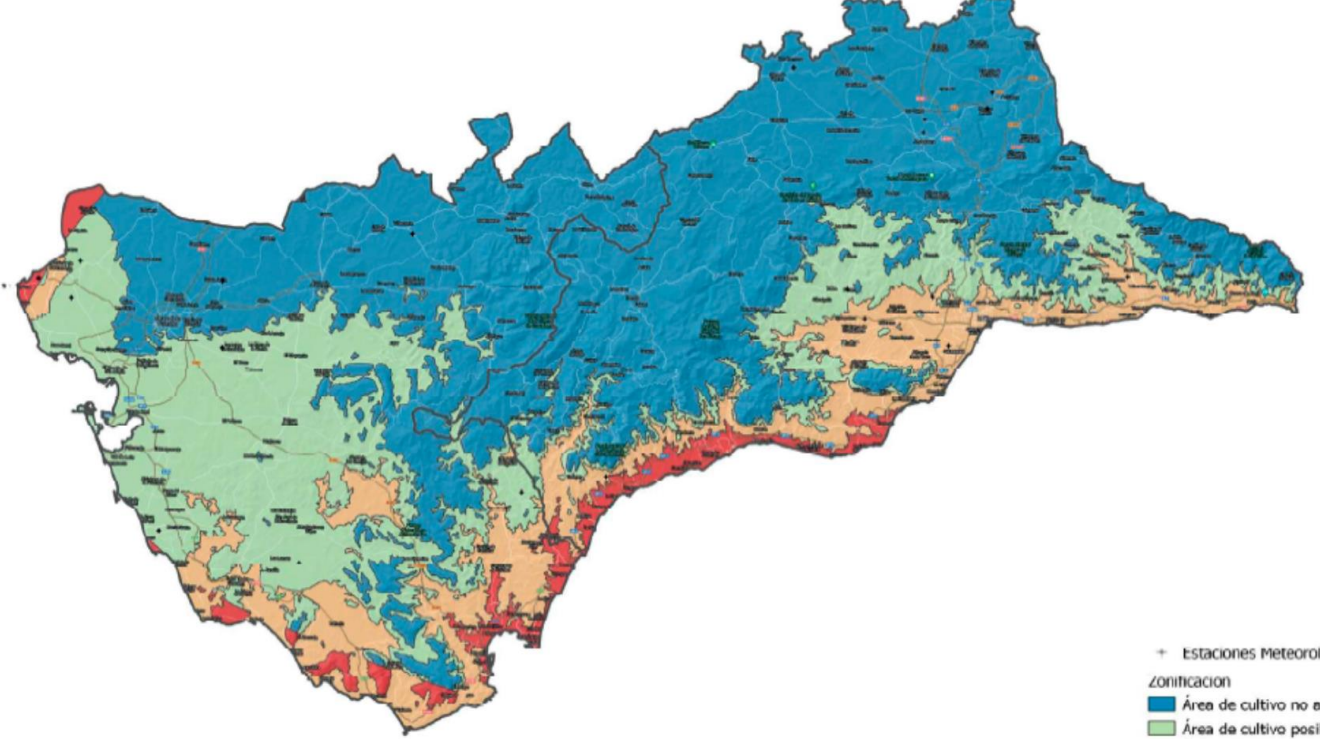


NO APTA

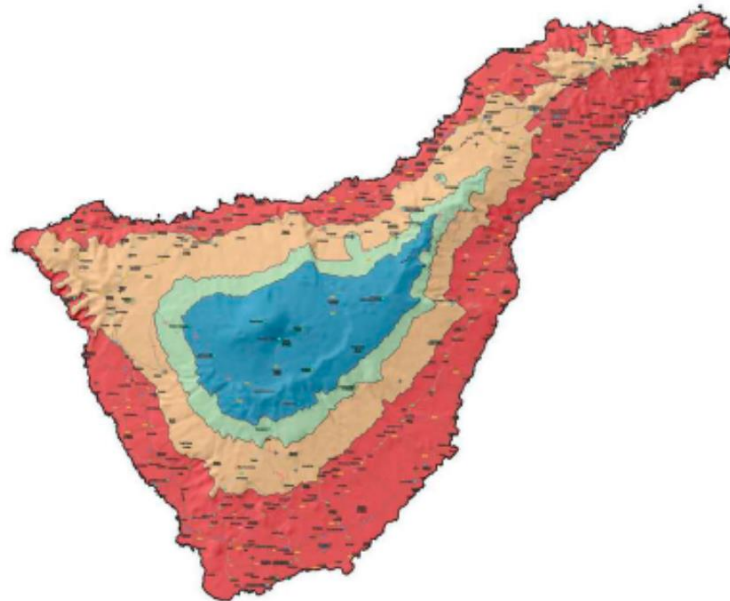
El resto de temperaturas.



+ Estaciones Meteoroló
 Zonificación cultivo
 Área de cultivo no apto
 Área de cultivo posible
 Área de cultivo viable
 Área de cultivo óptimo



+ Estaciones Meteorológicas
 Zonificación
 Área de cultivo no apto
 Área de cultivo posible
 Área de cultivo viable
 Área de cultivo óptimo



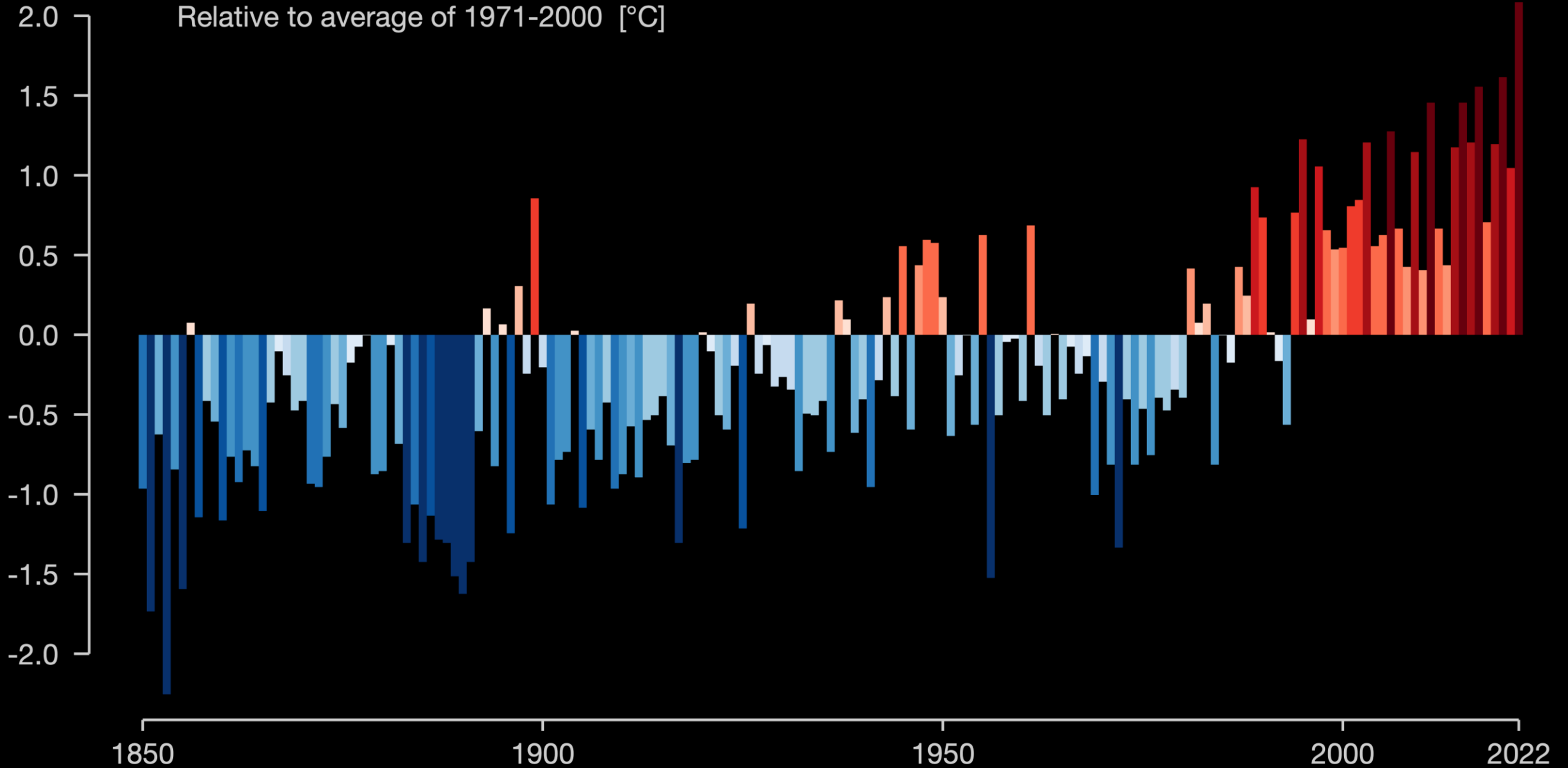
+ Estaciones Meteorológicas
 Zonificación cultivo
 Área de cultivo no apto
 Área de cultivo posible
 Área de cultivo viable
 Área de cultivo óptimo



AGUACATE SPAIN
 WWW.GOAGUACATESPAIN.COM

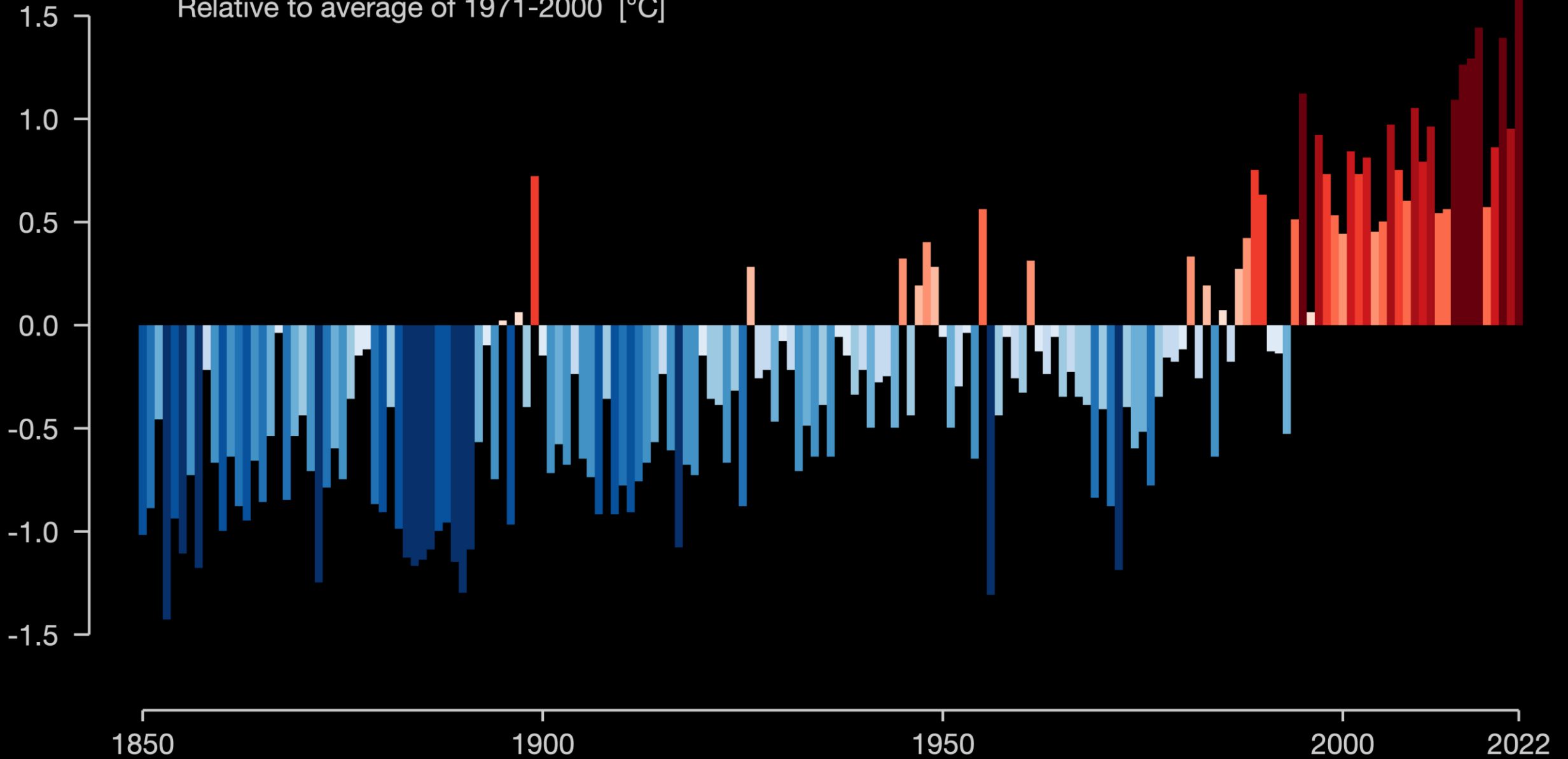
Temperature change in Spain

Relative to average of 1971-2000 [°C]

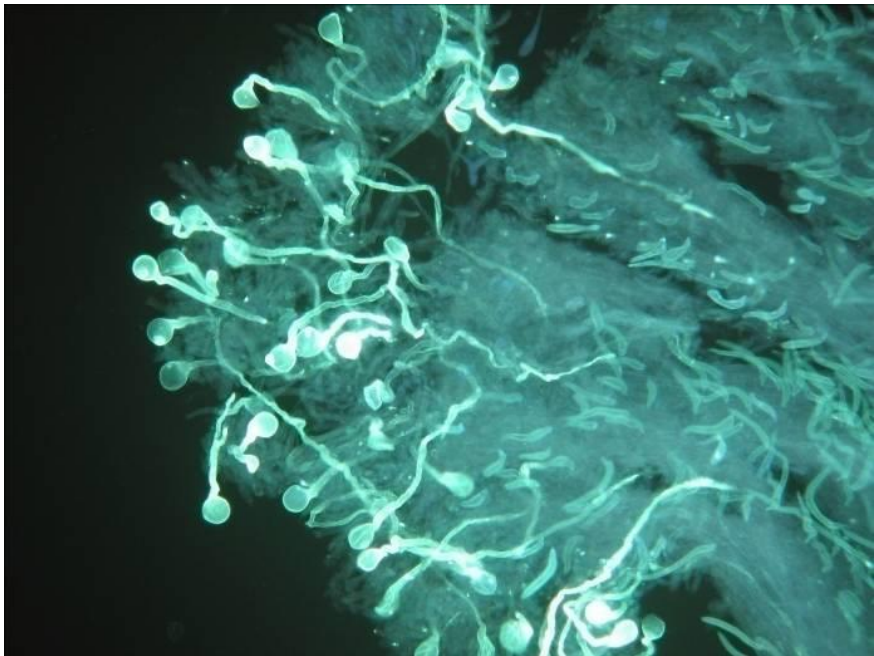
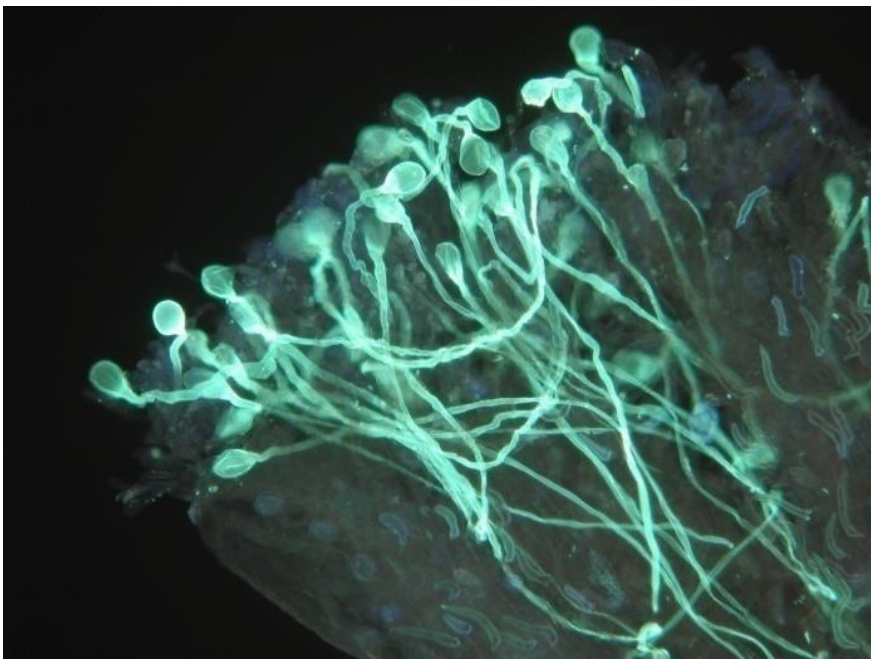


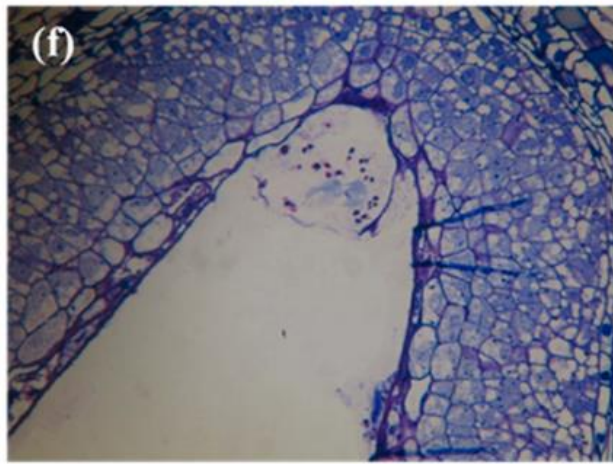
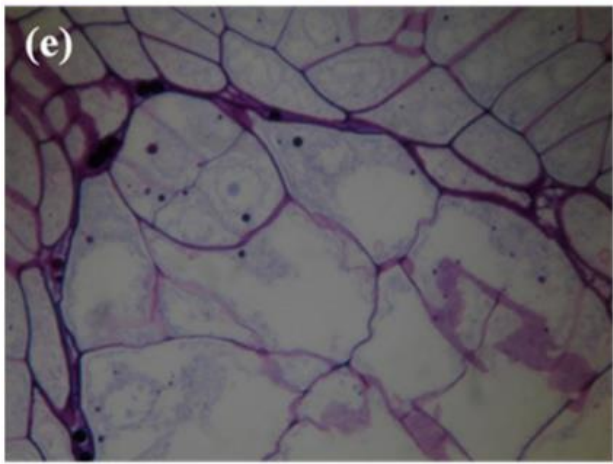
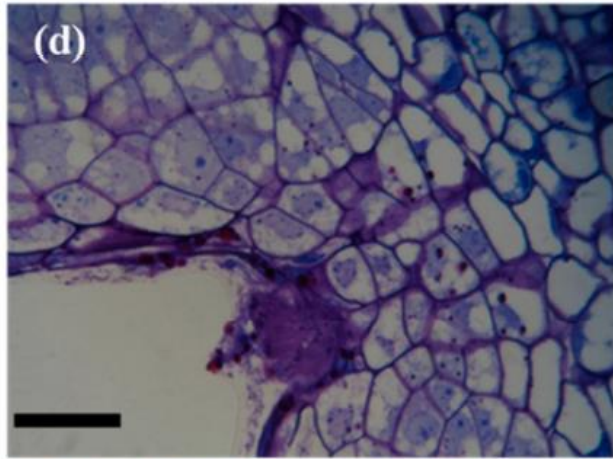
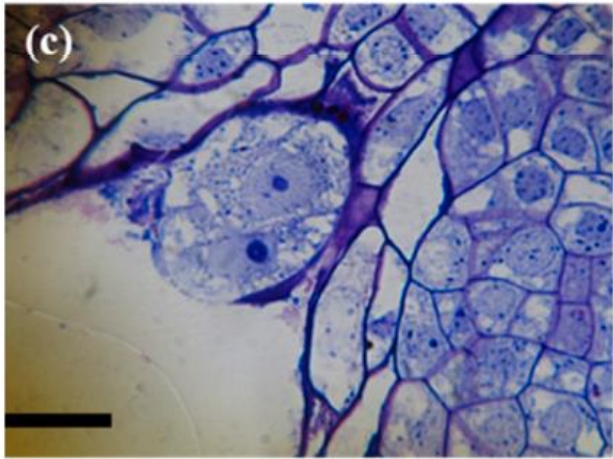
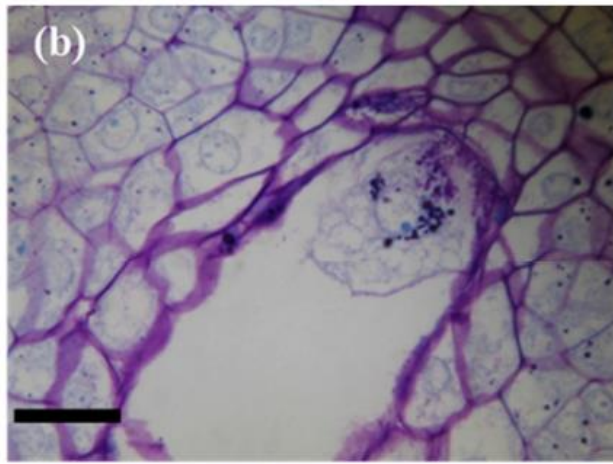
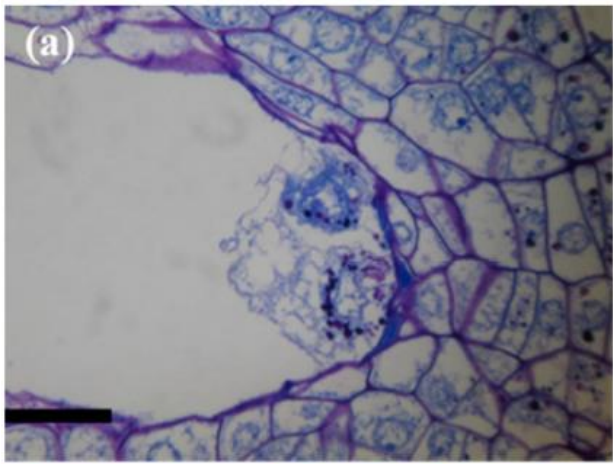
Temperature change in Málaga

Relative to average of 1971-2000 [°C]

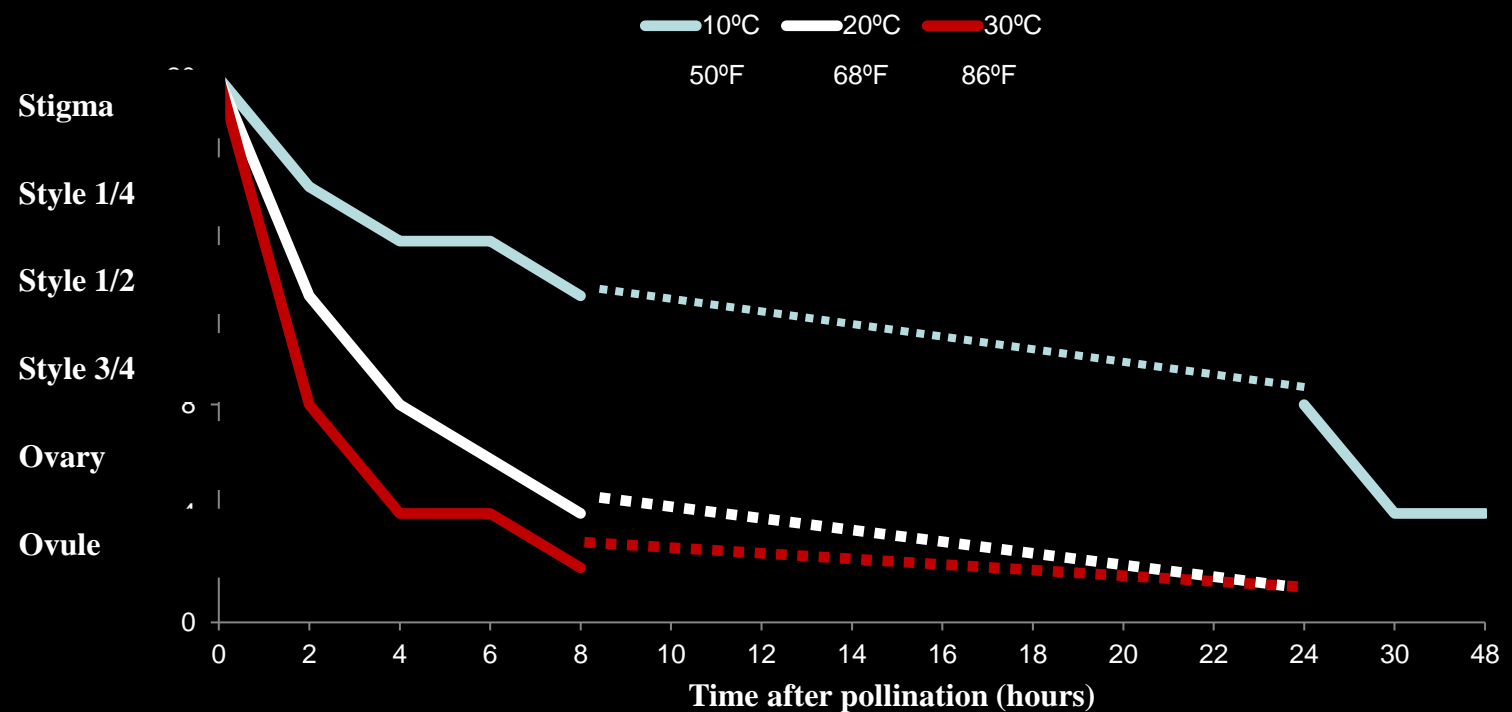
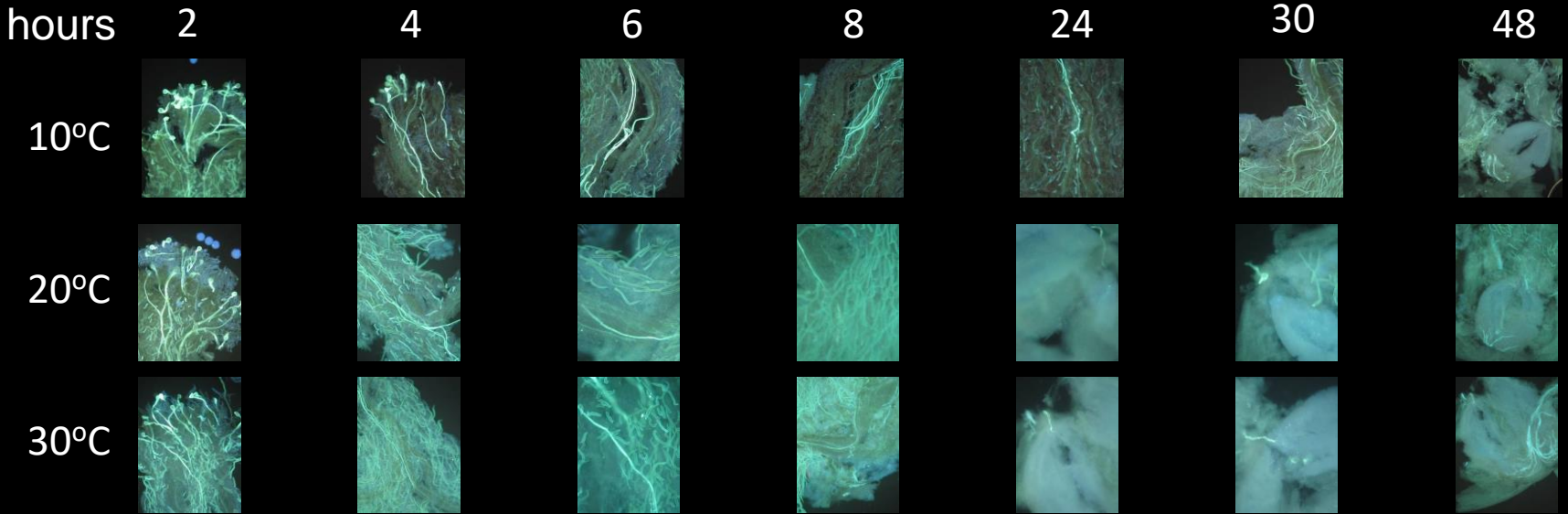


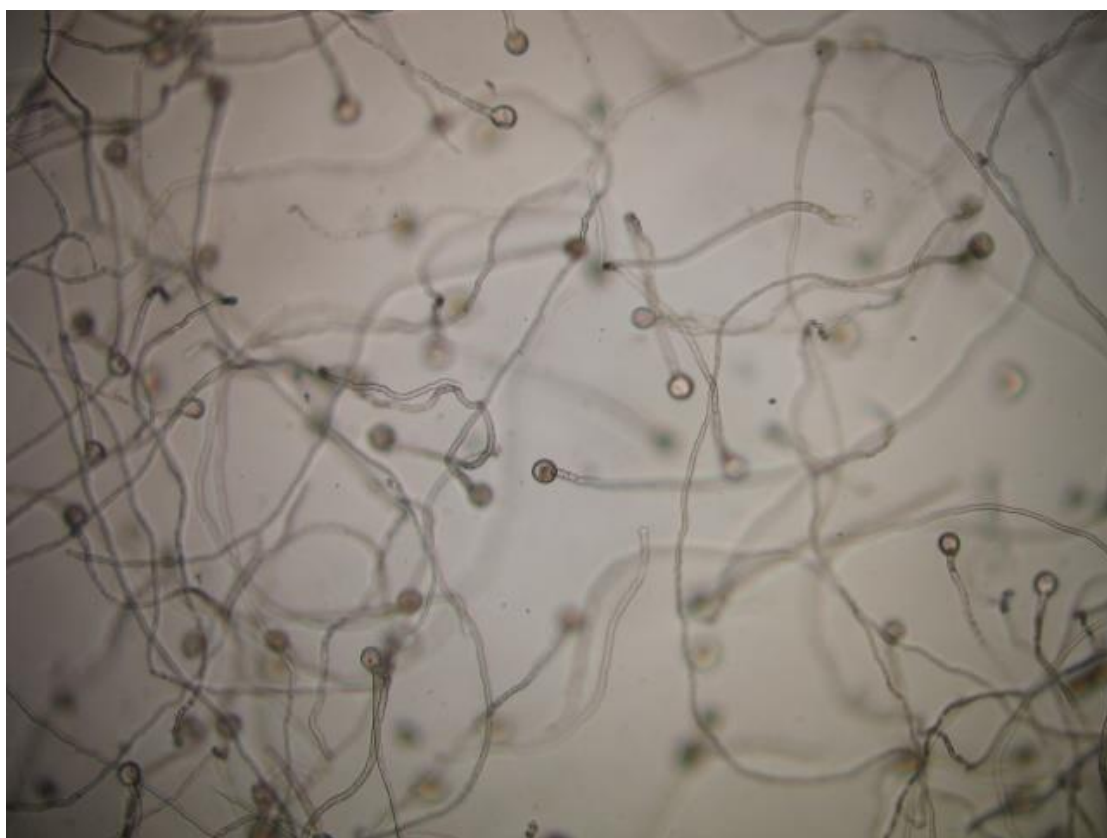




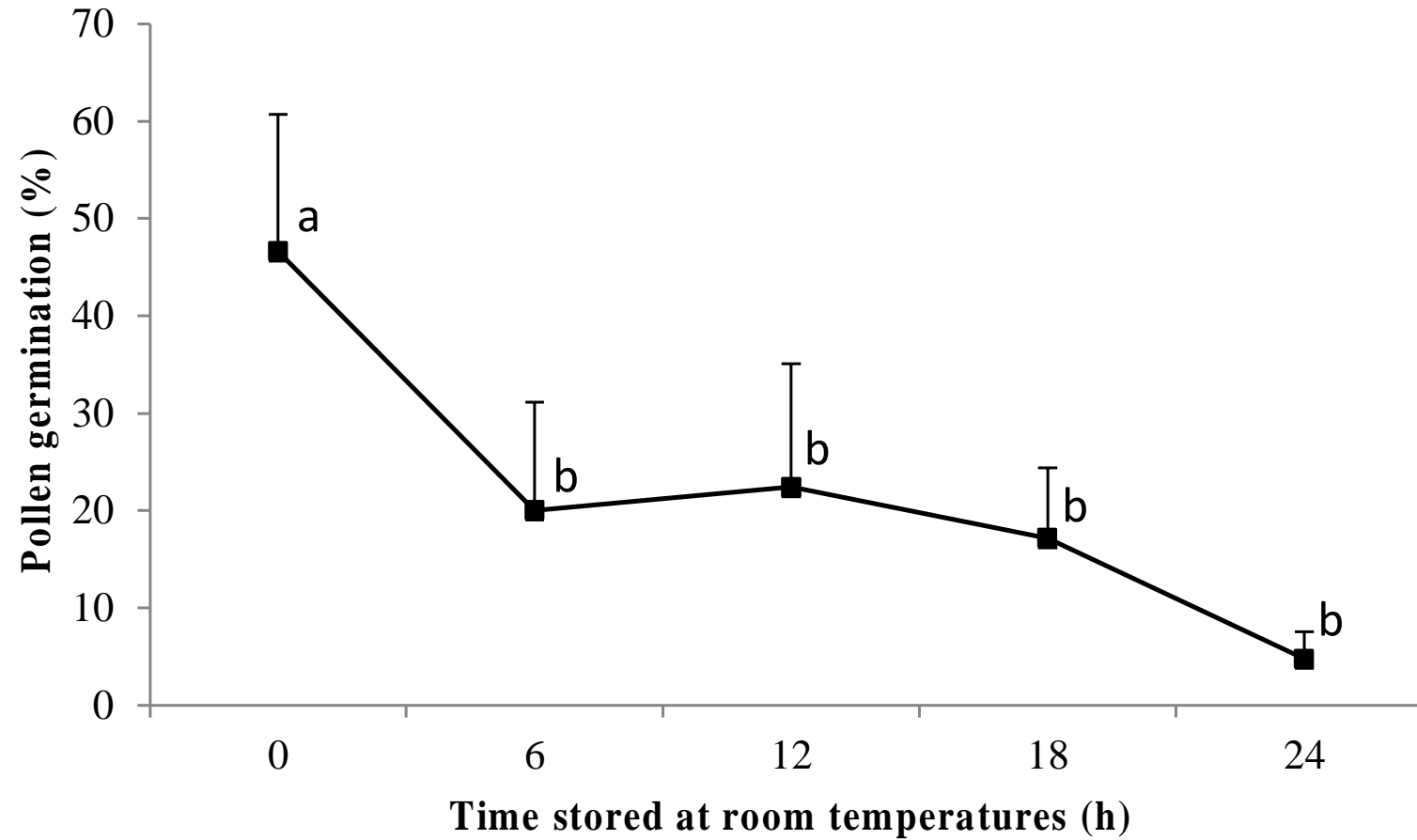


EFFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL CRECIMIENTO DEL TUBO POLÍNICO

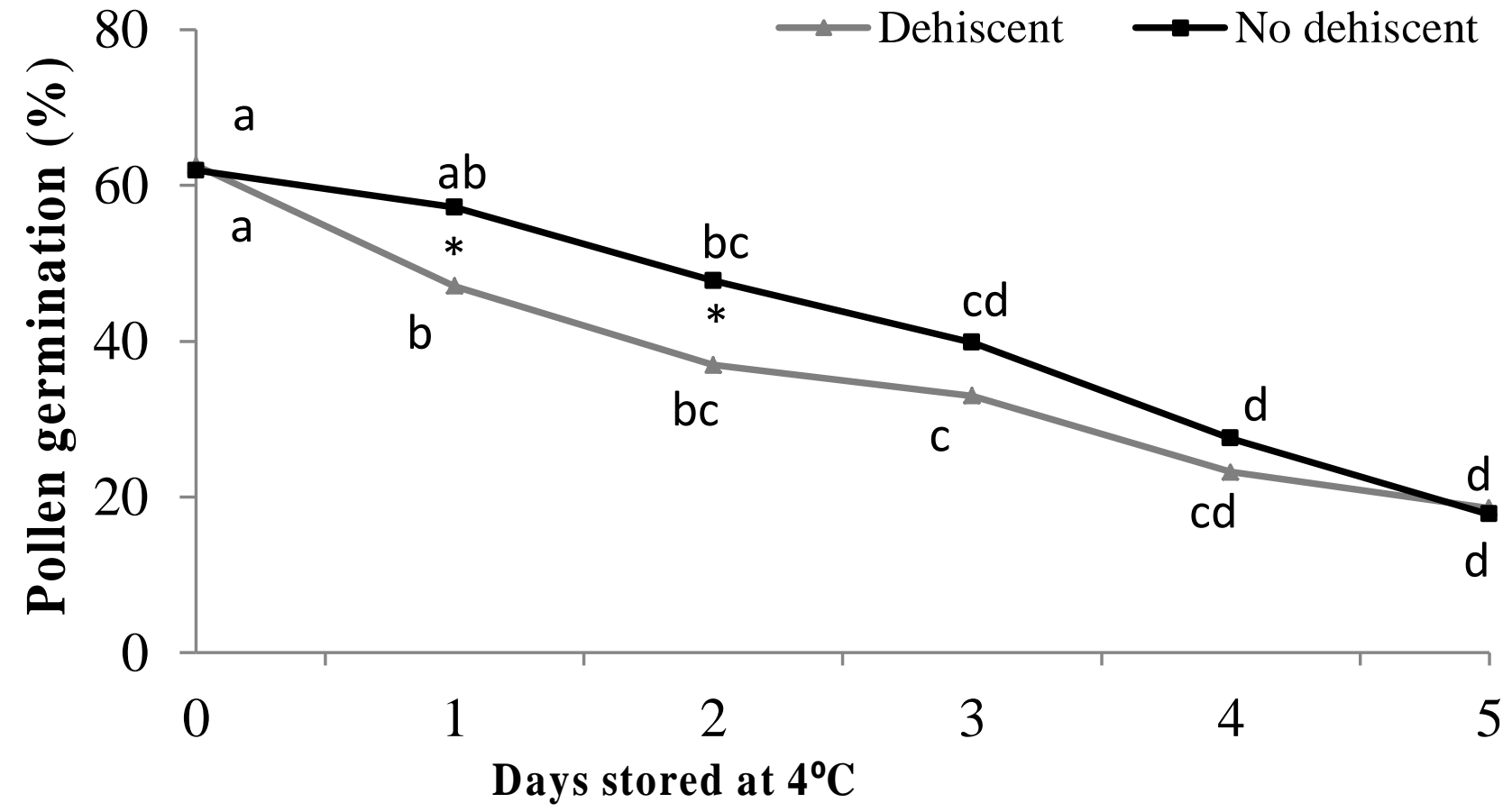




GERMINACIÓN DE POLEN **IN VITRO** TRAS CONSERVACIÓN A TEMPERATURA AMBIENTE



GERMINACIÓN DE POLEN IN VITRO TRAS CONSERVACIÓN A 4°C



Temperatura y humedad

- Temperaturas por encima de 25°C y por debajo de 15°C inhiben germinación del polen y fecundación
- Humedades relativas por debajo de 75% perjudican receptividad estigmática
- Hay diferencias entre variedades en el comportamiento de su polen a diferentes temperaturas
- No hay fecundación cuando el polen se deposita en el estado masculino

A close-up photograph of a bee on a yellow flower. The bee is positioned in the center-left of the frame, facing right. The flower is a cluster of small yellow blossoms. The background is a soft, out-of-focus green and yellow. The text is overlaid on the image in a semi-transparent grey font.

1. FACTORES AMBIENTALES Y POLINIZACIÓN

2. ESTADO NUTRITIVO DE LAS FLORES

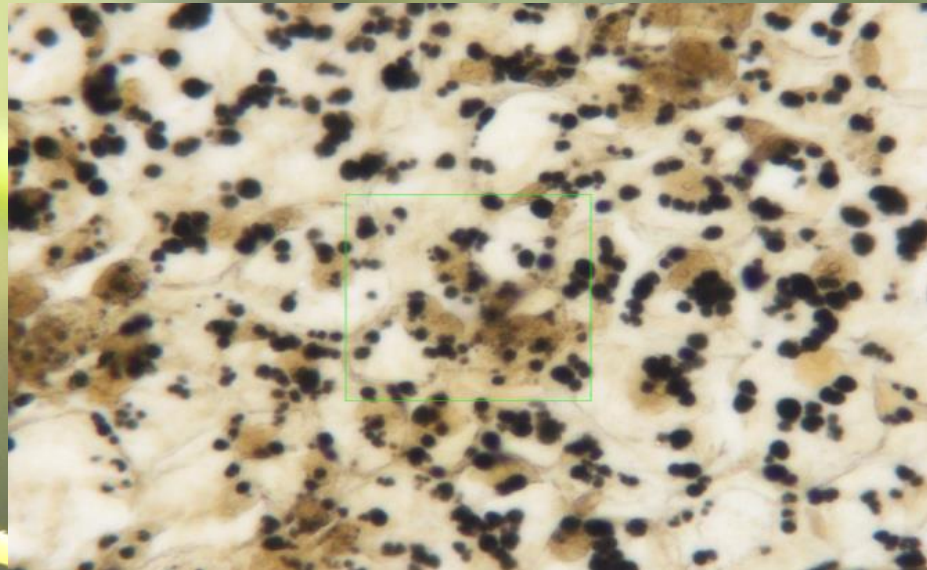
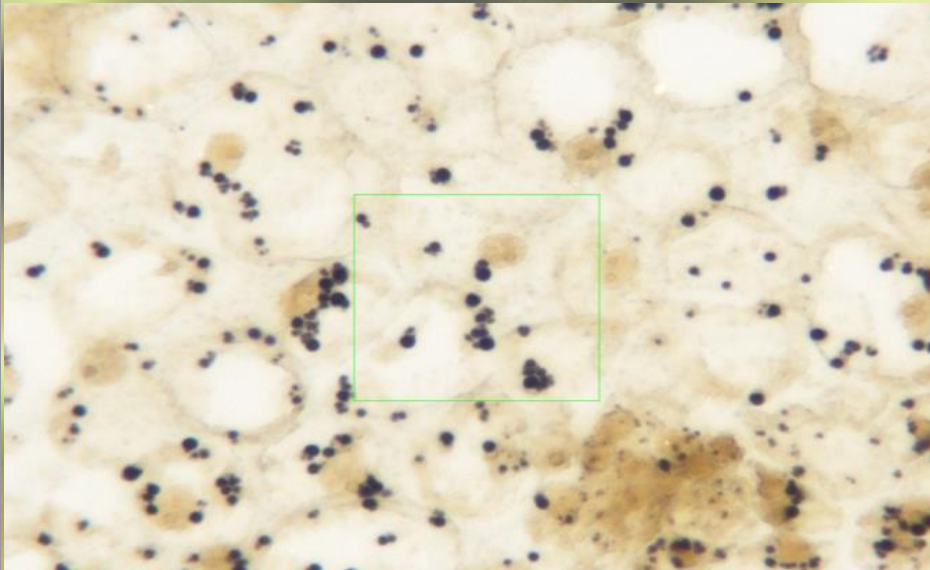
3. NECESIDAD DE VARIEDADES POLINIZANTES

4. INSECTOS POLINIZADORES

¿Son todas las flores de aguacate iguales?

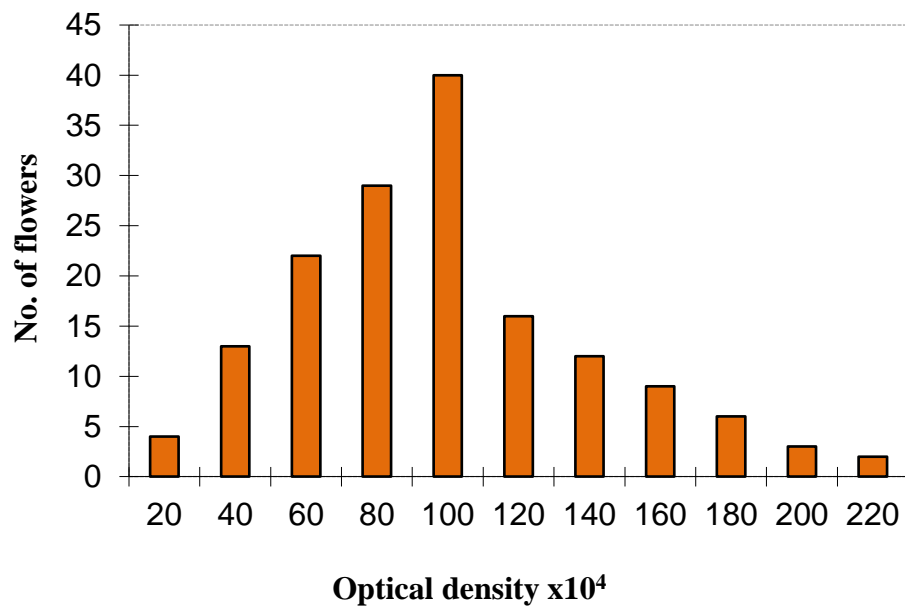
- Millones de flores durante la floración
- Largo periodo de floración





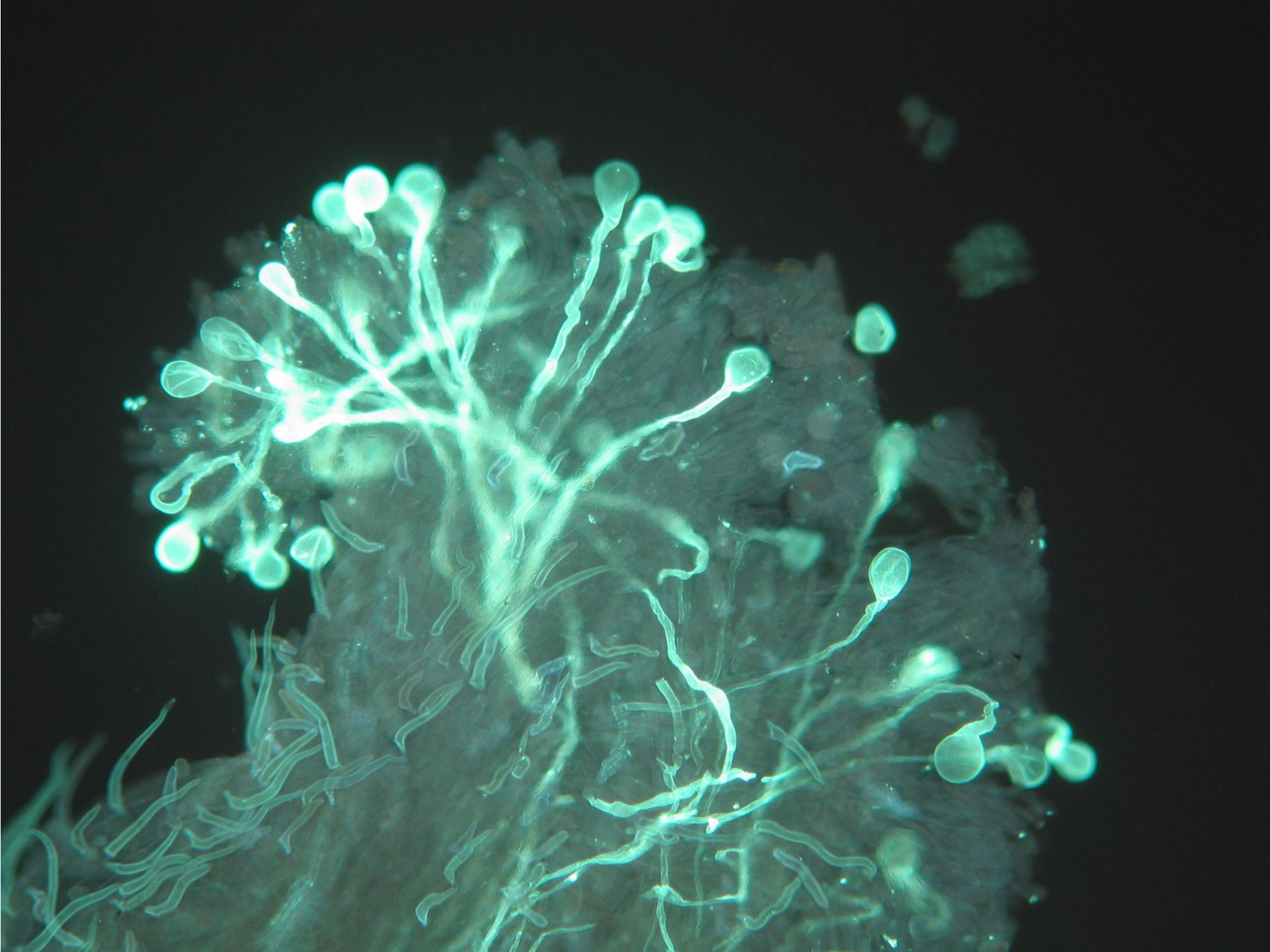
I₂KI

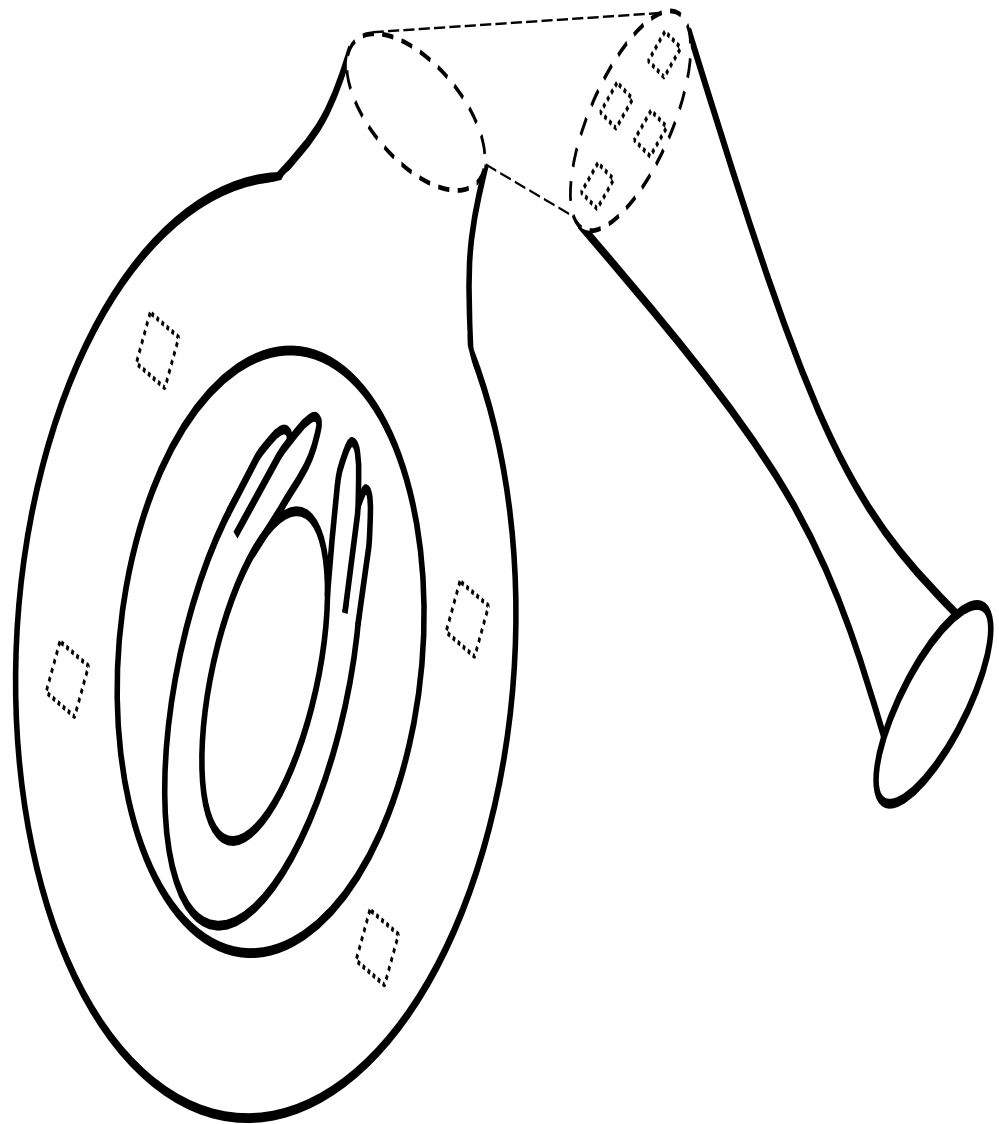
- NO HAY DIFERENCIAS EXTERNAS ENTRE FLORES
- DIFERENCIAS ENORMES EN CONTENIDO DE ALMIDÓN



Alcaraz et al., 2010

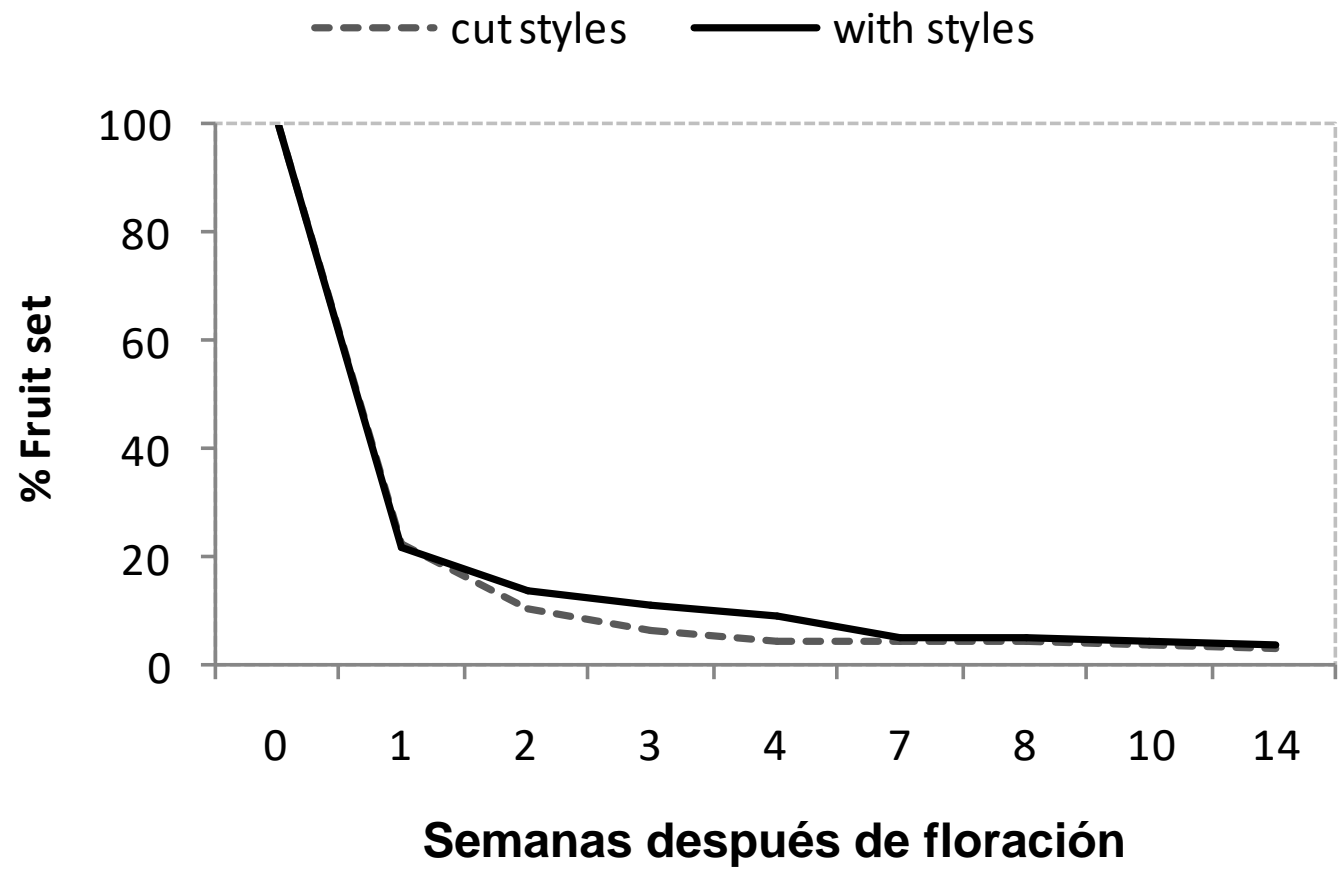




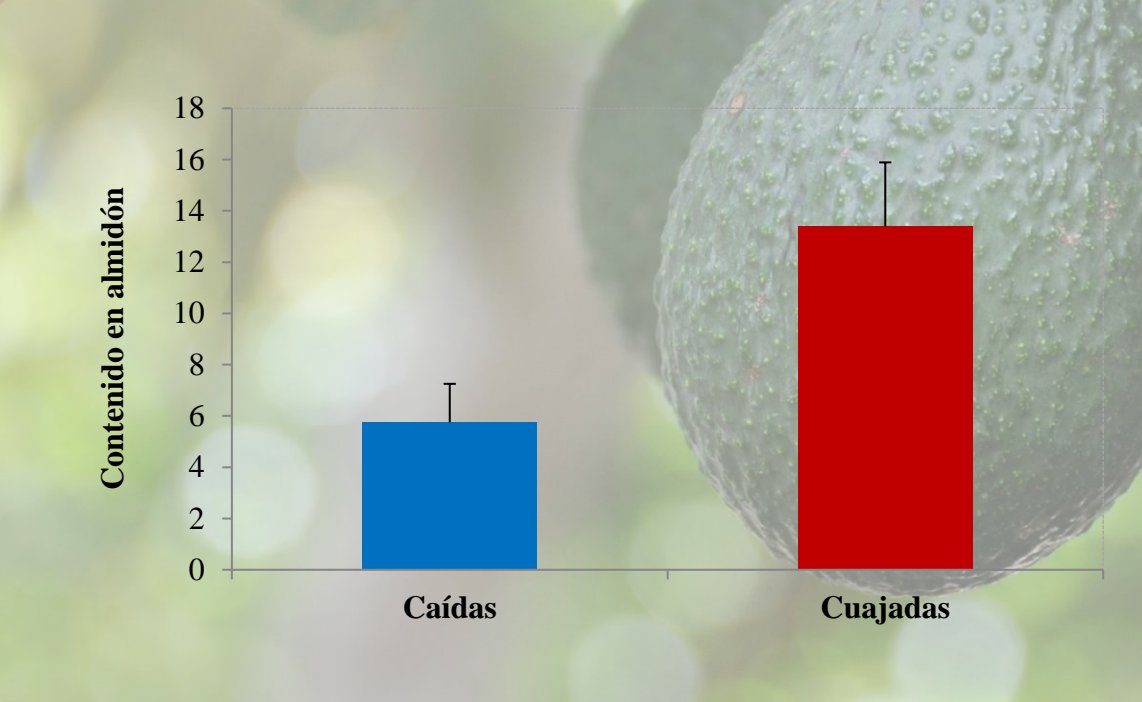


CORTAR LOS ESTILOS UNA VEZ QUE HAN PASADO LOS TUBOS POLÍNICOS



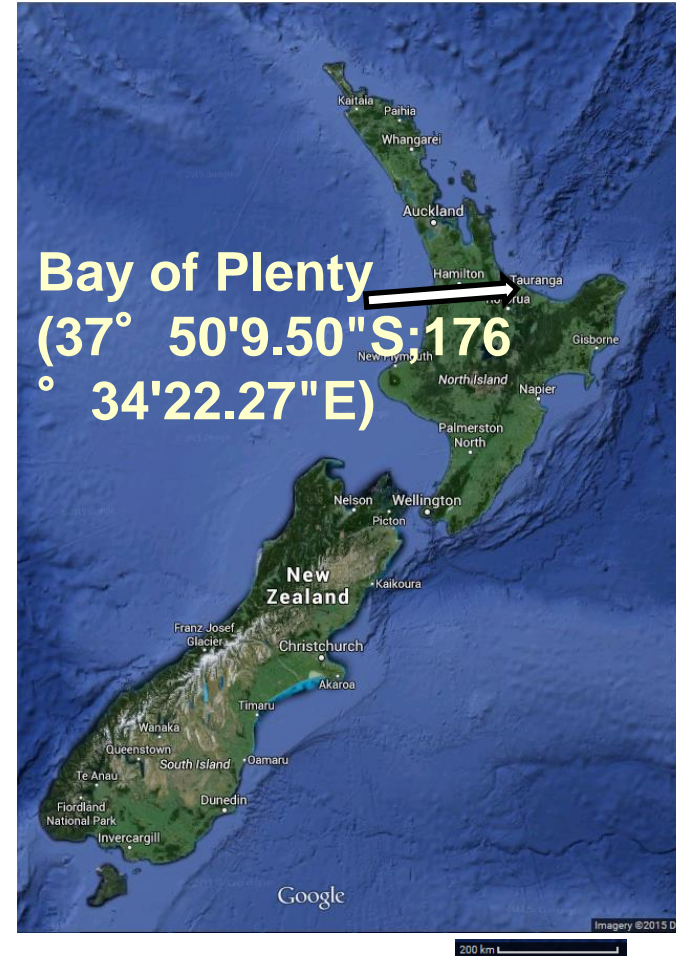
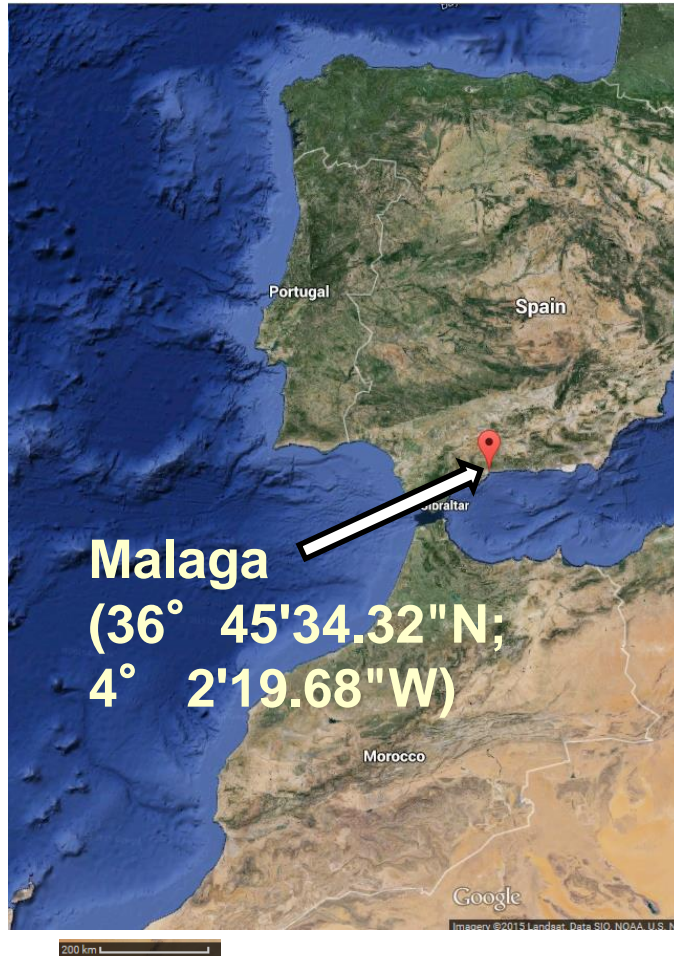






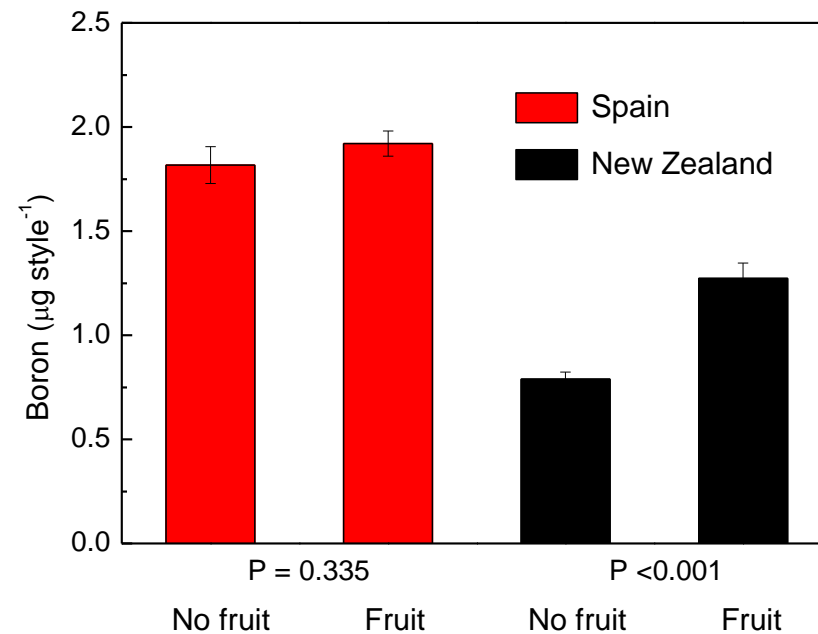
Alcaraz et al., 2013

Comparación entre España y Nueva Zelanda



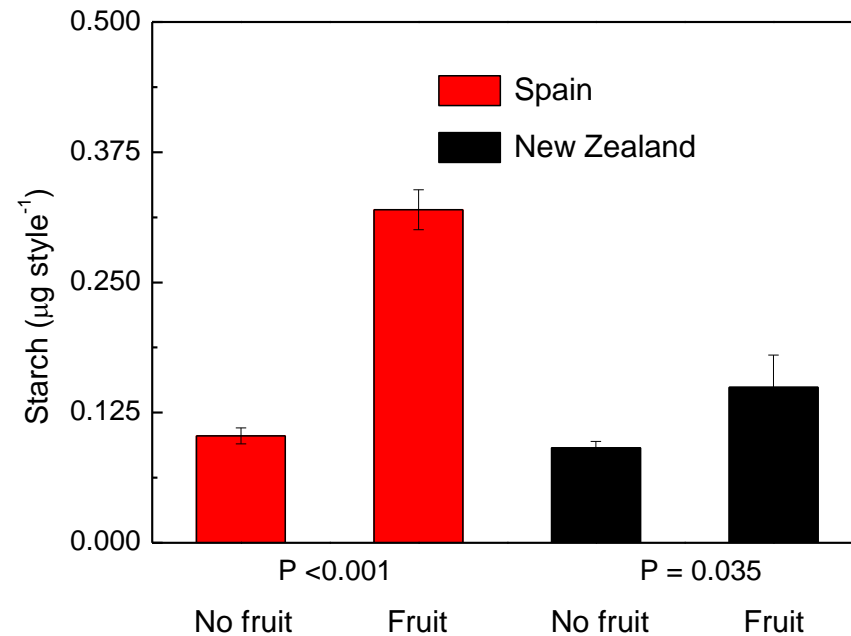
Boro

- Contenido en Boro más alto en estilos que producen frutos en Nueva Zelanda pero no en España.
- Los estilos en España tenían significativamente más Boro que los de Nueva Zelanda: suelos en NZ tienen menos Boro.



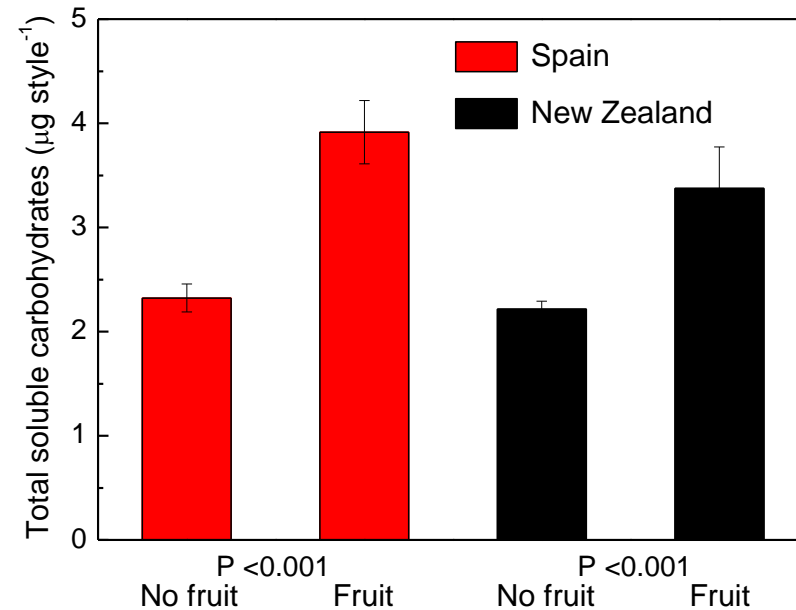
Almidón

- Contenido de almidón más alto en estilos.



Carbohidratos solubles

- Sacarosa, fructosa, glucosa, perseitol y mannoheptulosa.
- Significativamente más carbohidratos totales en estilos de flores que produjeron frutos en los dos países.
- La cantidad de carbohidratos solubles es similar en flores de los dos países.





CALIDAD DE FLOR

Importante tener un correcto abonado del árbol. Recomendación práctica: evaluar el efecto de un abonado en otoño/invierno en climas mediterráneos



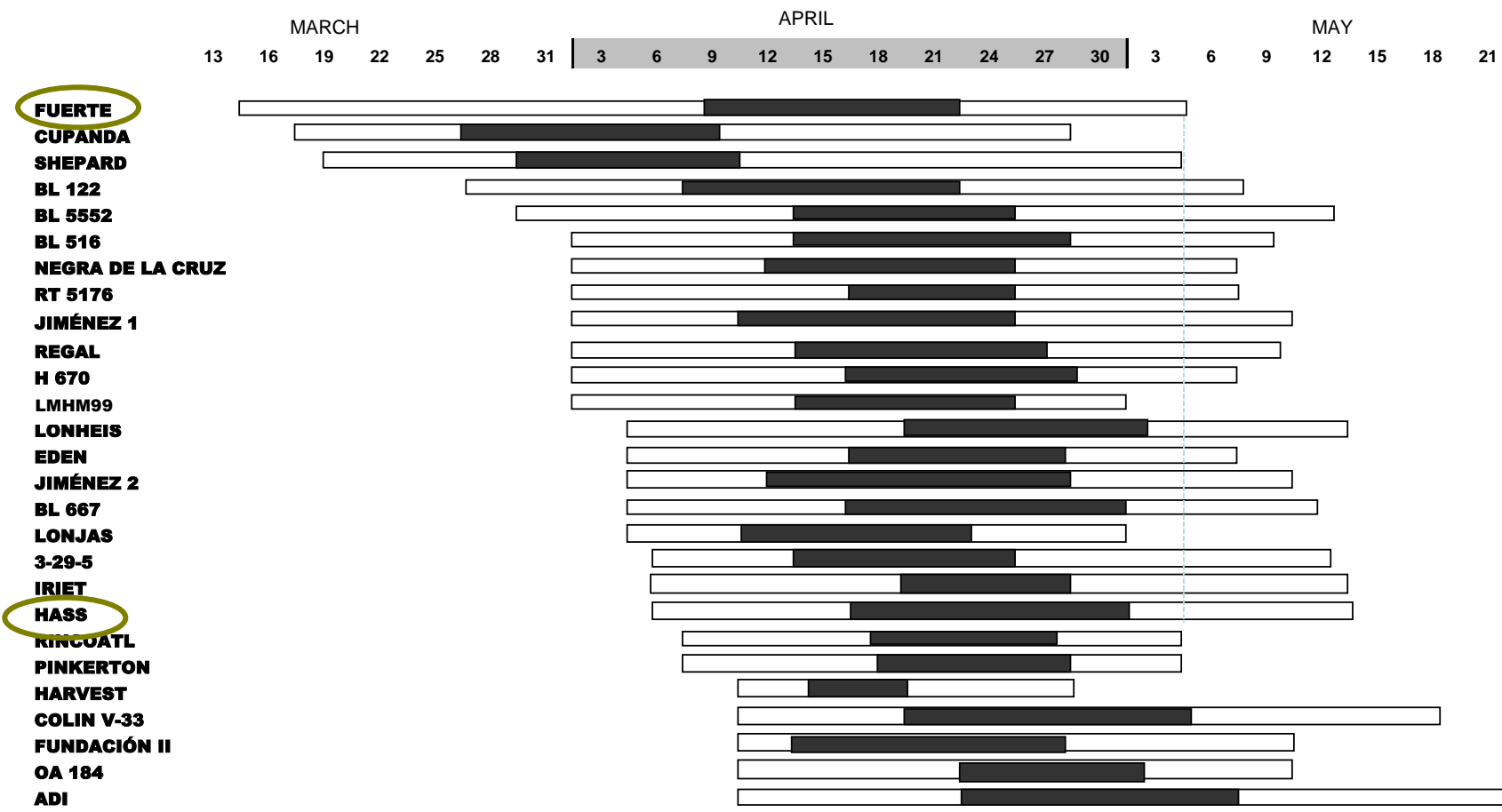
1. FACTORES AMBIENTALES Y POLINIZACIÓN

2. ESTADO NUTRITIVO DE LAS FLORES

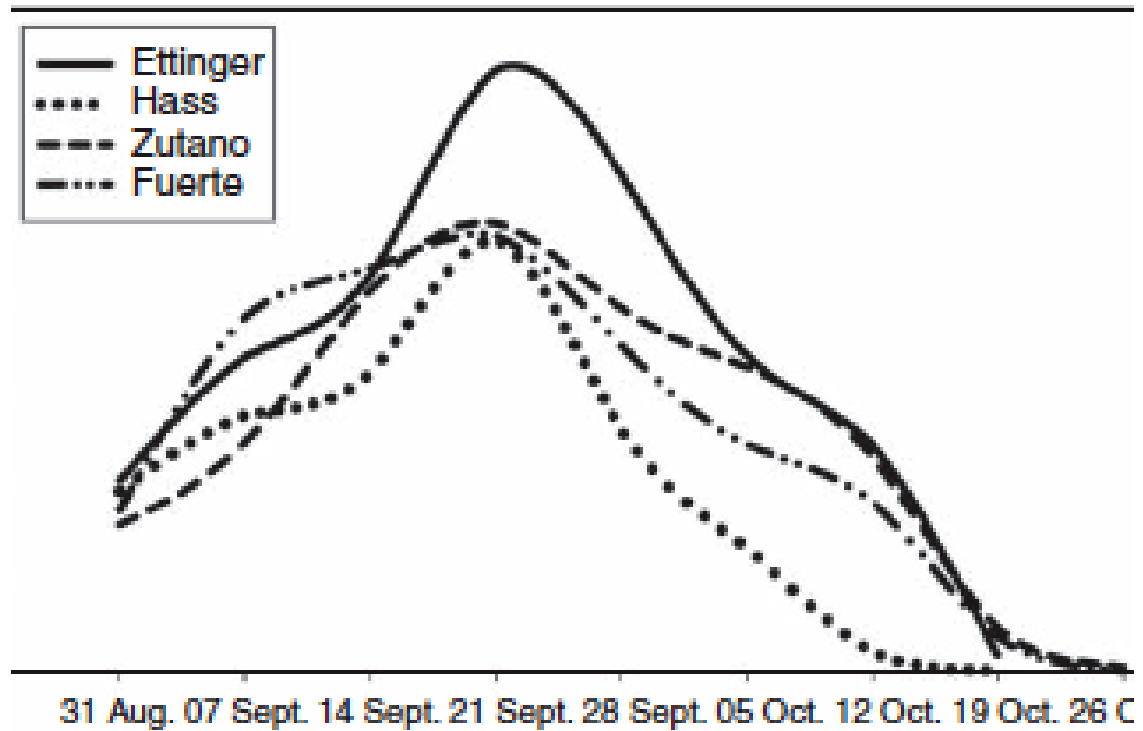
3. NECESIDAD DE VARIEDADES POLINIZANTES

4. INSECTOS POLINIZADORES

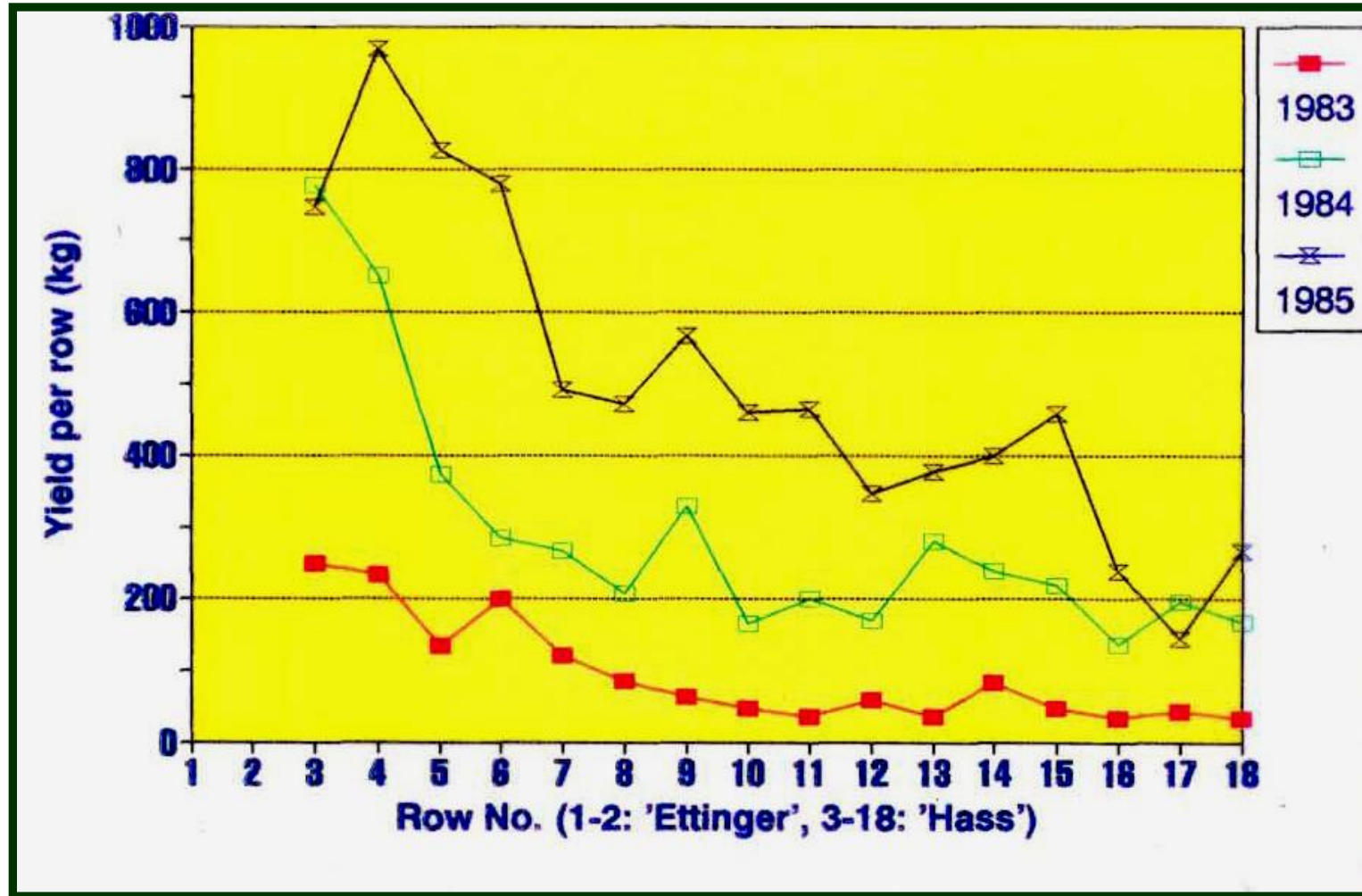
ÉPOCA DE FLORACIÓN



Floración de 4 variedades de aguacate injertados en Topa Topa en Chao, Virú (Perú)



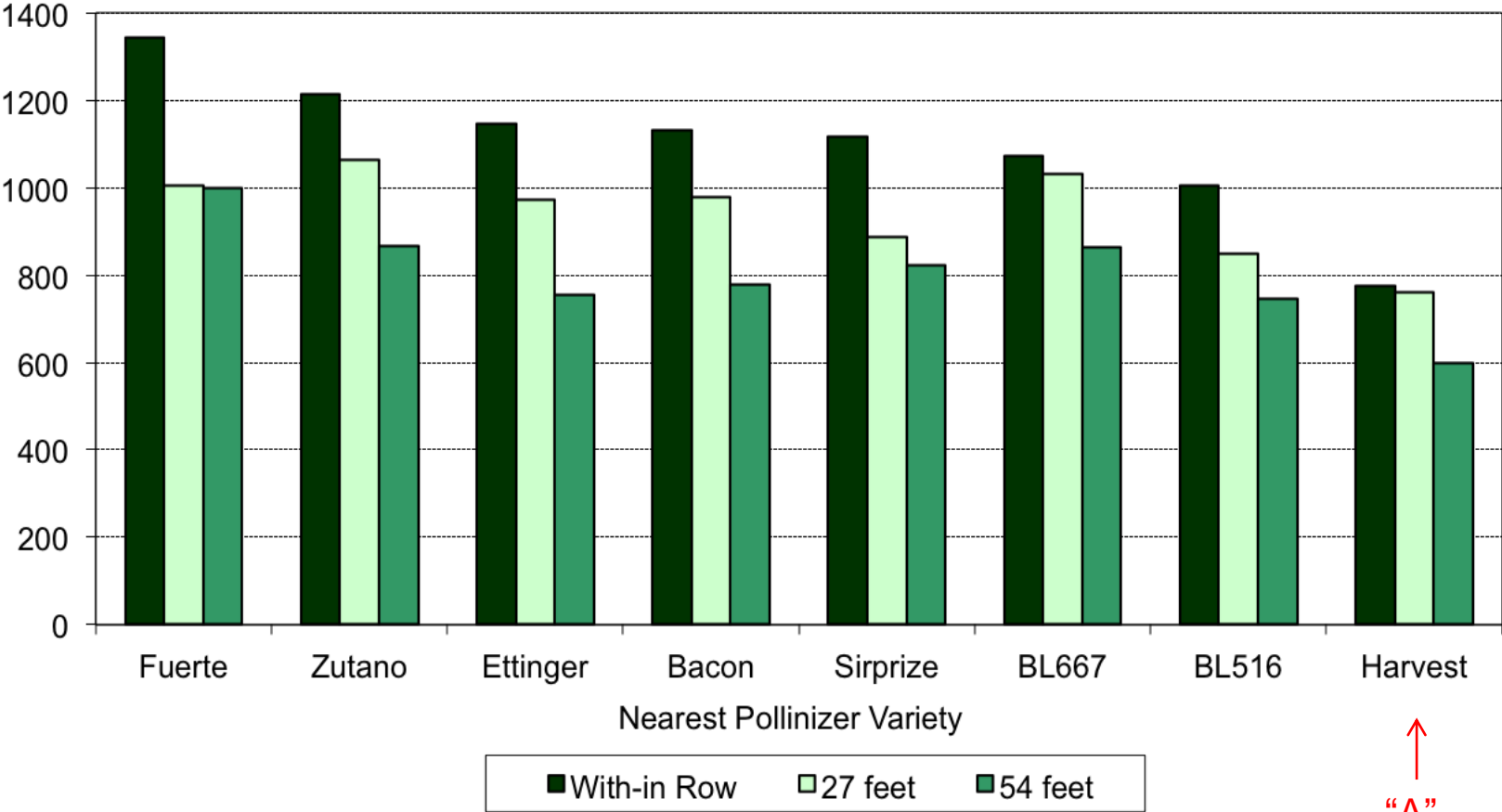
En Israel: disminución de producción en 'Hass' a mayor distancia de 'Ettinger'



Guil et al. 1986. Alon Hanotea 40:443-455

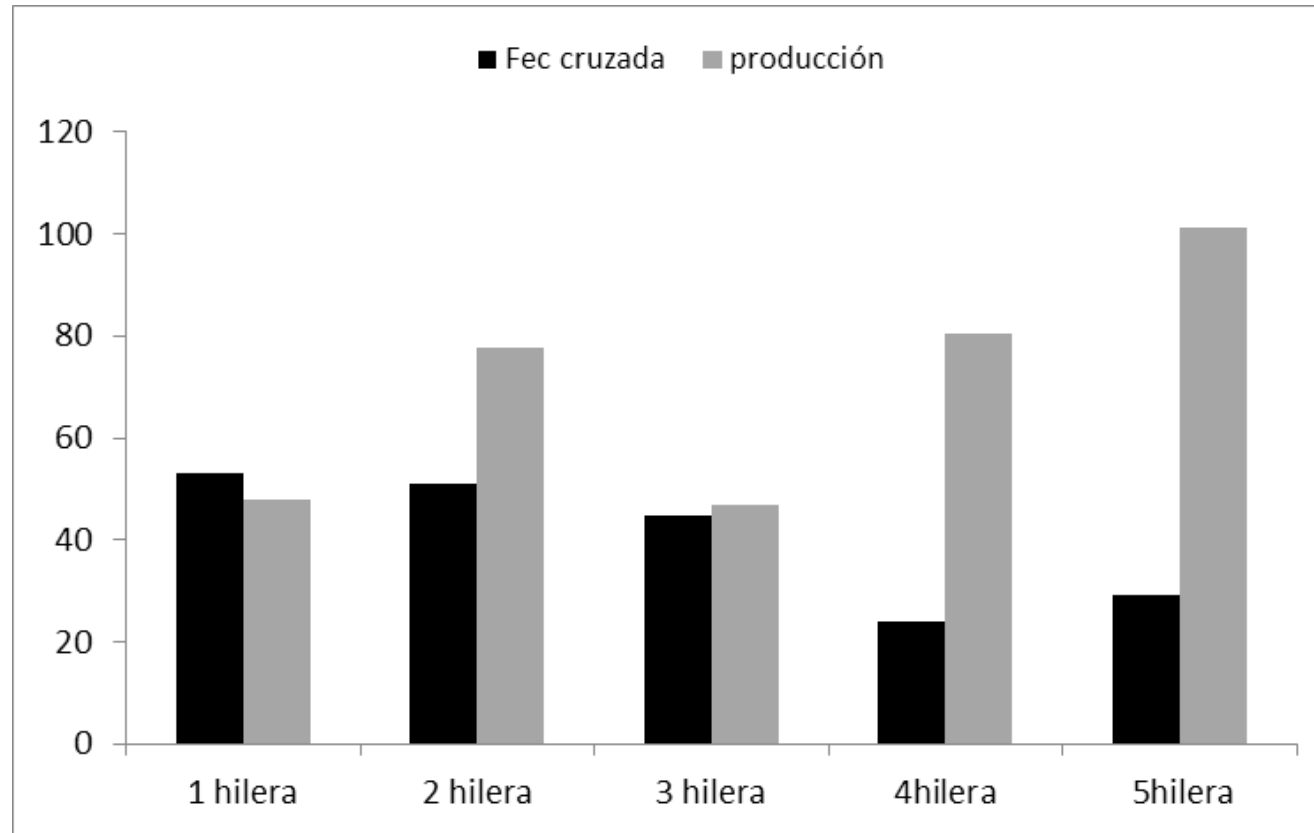
En California 2001 – 2008

Número de frutos en aguacate Hass en función de la distancia al polinizante

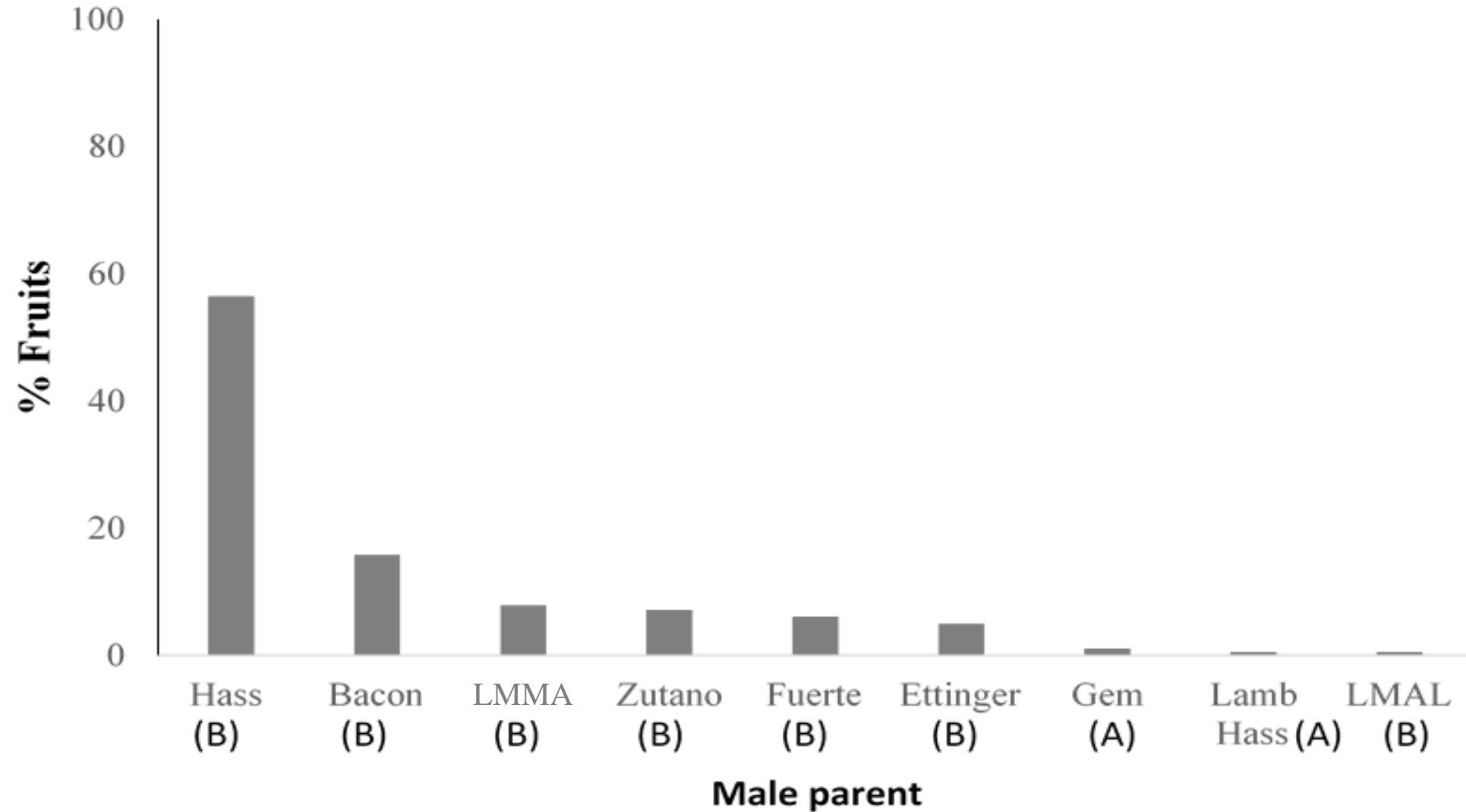


↑
"A"
flower type

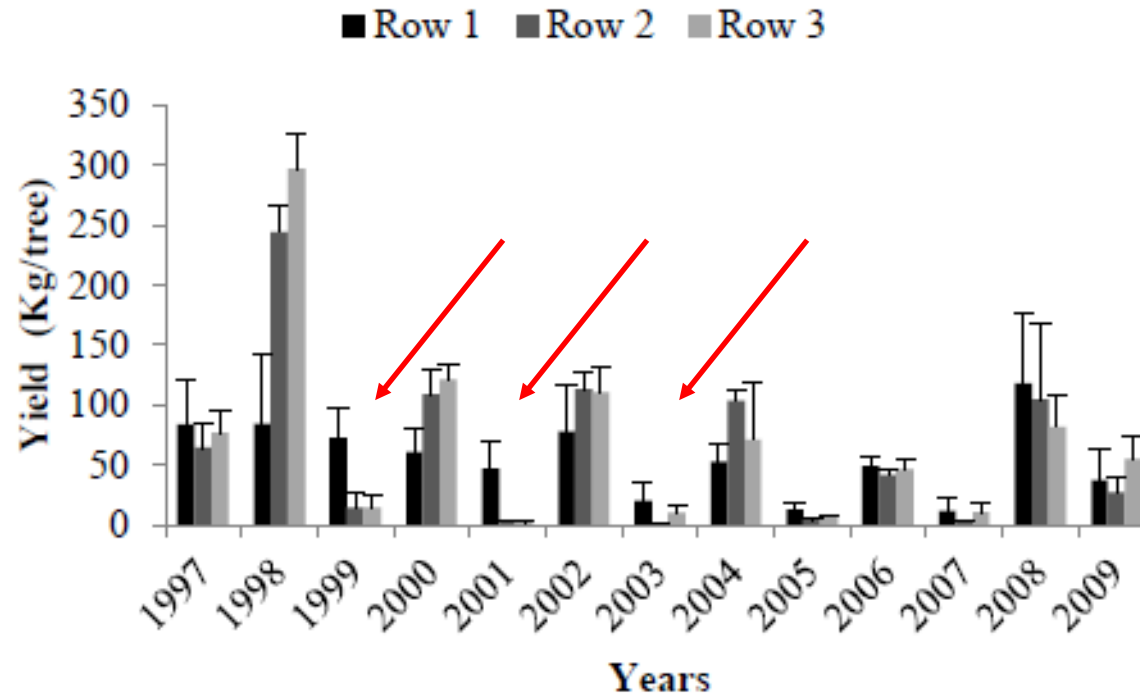
Hass en España. Hileras en función de distancia a hilera de Bacon



Hass en España. Parcela de Hass con diferentes polinizantes



No se observan diferencias significativas en la producción por árbol en función de la distancia salvo en algunos años OFF



ENSAYOS DE PATERNIDAD EN PERU

Resultados preliminares

- Buenas producciones en fincas monovarietales de Hass
- Diferencias entre polinizantes. Fuerte es menos efectivo que Zutano, Ettinger o Edranol
- La mayor parte de las flores no reciben polen en estado femenino



A close-up photograph of a bee on a yellow flower. The bee is positioned in the center-left of the frame, facing right. The flower is a cluster of small yellow blossoms. The background is a soft, out-of-focus green and yellow. The text is overlaid on the image in a semi-transparent grey font.

1. FACTORES AMBIENTALES Y POLINIZACIÓN

2. ESTADO NUTRITIVO DE LAS FLORES

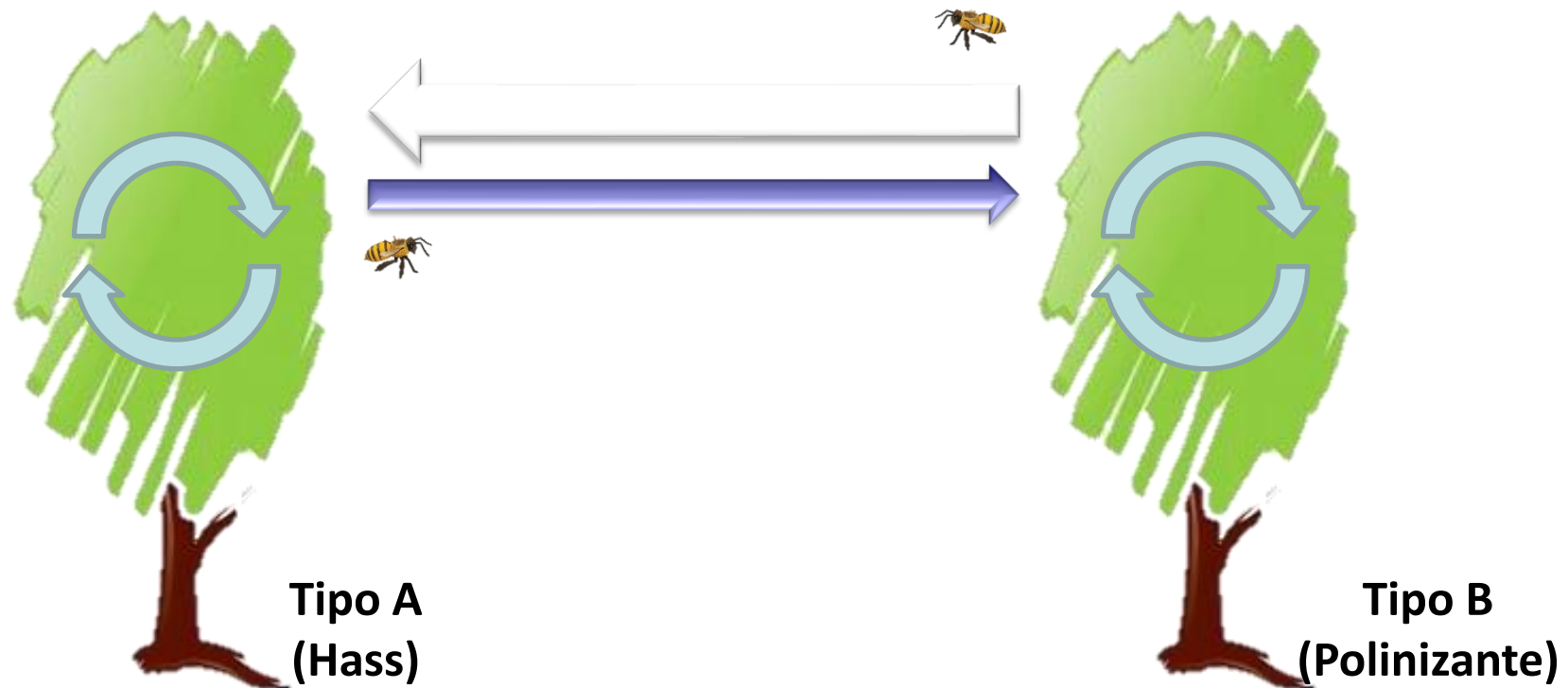
3. NECESIDAD DE VARIEDADES POLINIZANTES

4. INSECTOS POLINIZADORES

¿Está la producción en aguacate limitada por la polinización?



Se necesita que el polen se transfiera entre árboles de distinto tipo floral o dentro de un árbol cuando hay solape



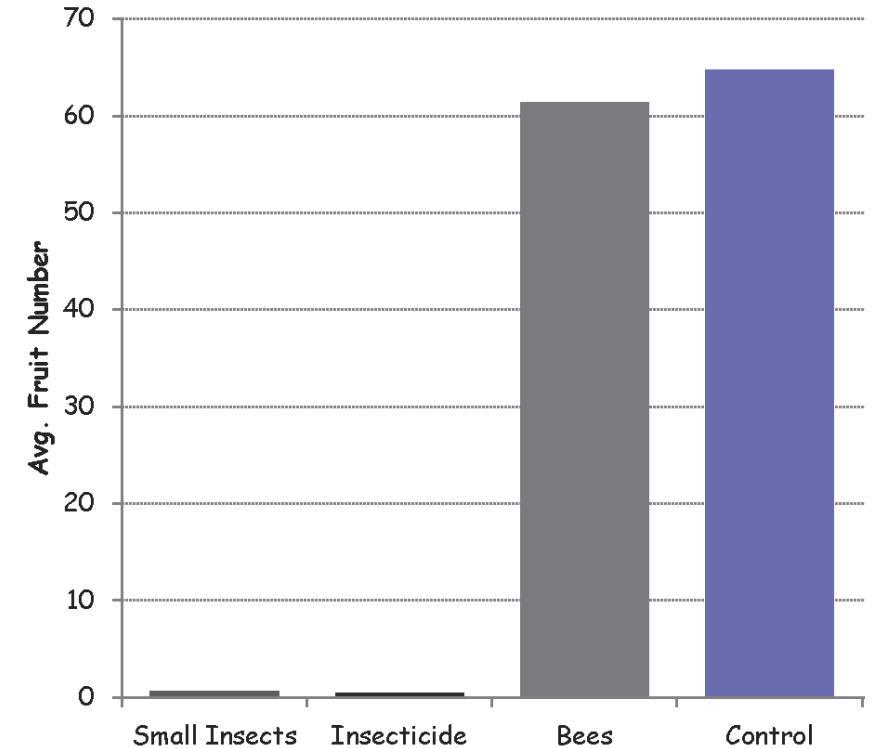
ACW Trial – 2010

M. Hoddle, M.L. Arpaia, R. Hofshi

Ensayo en California en
Umbráculo:

1. Dejando solo insectos pequeños sin abejas
2. Insecticida: ningún insecto
3. Introduciendo colmenas
4. Control fuera de umbráculo

Resultados similares en Chile



**CONCLUSION: VIENTO O INSECTOS PEQUEÑOS NO SON EFICIENTES EN
POLINIZACIÓN**

¿CUALES SON LOS POLINIZADORES ORIGINALES DEL AGUACATE?

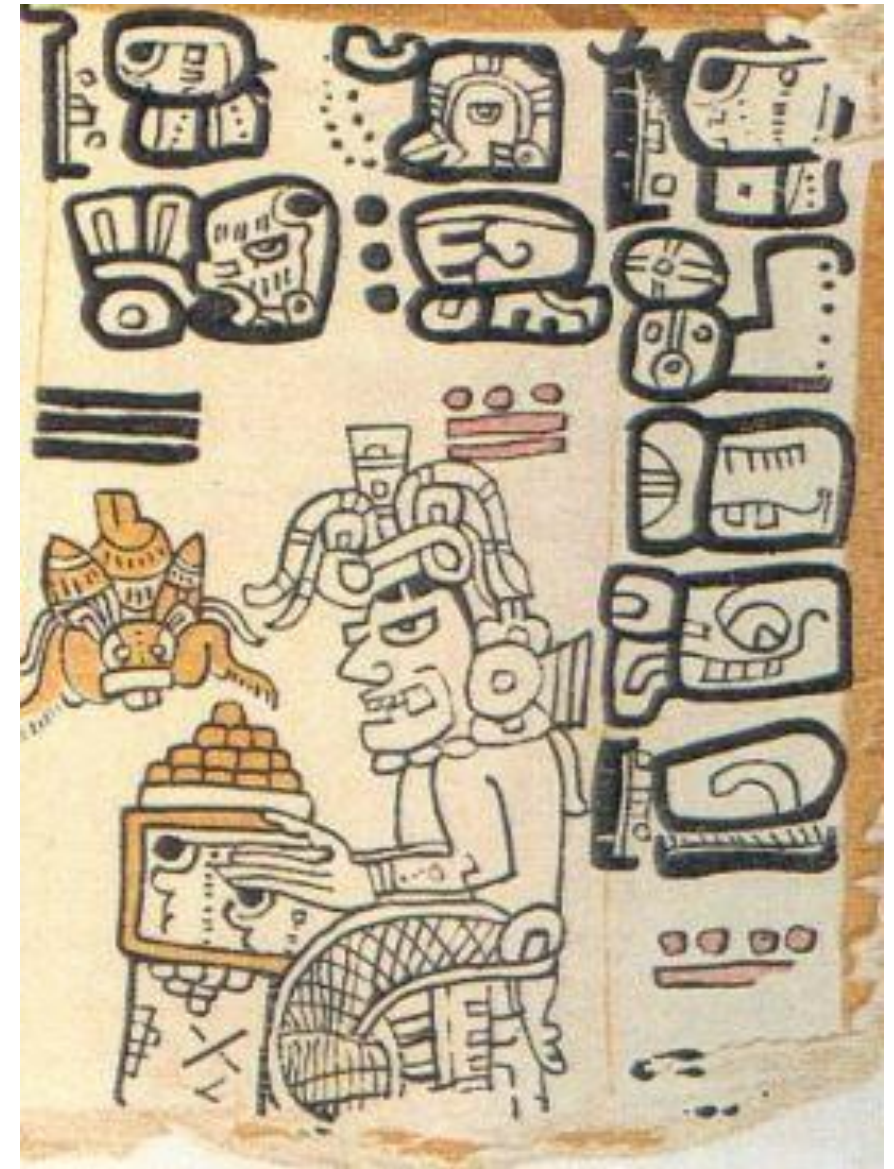
- No son las abejas melíferas: se llevaron a América por los europeos en el siglo XVI
- En México:
 - Diferentes especies de abejas nativas sin aguijón, meliponas
 - Avispa mexicana de la miel: *Brachygastra*



Brachygastra mellifica



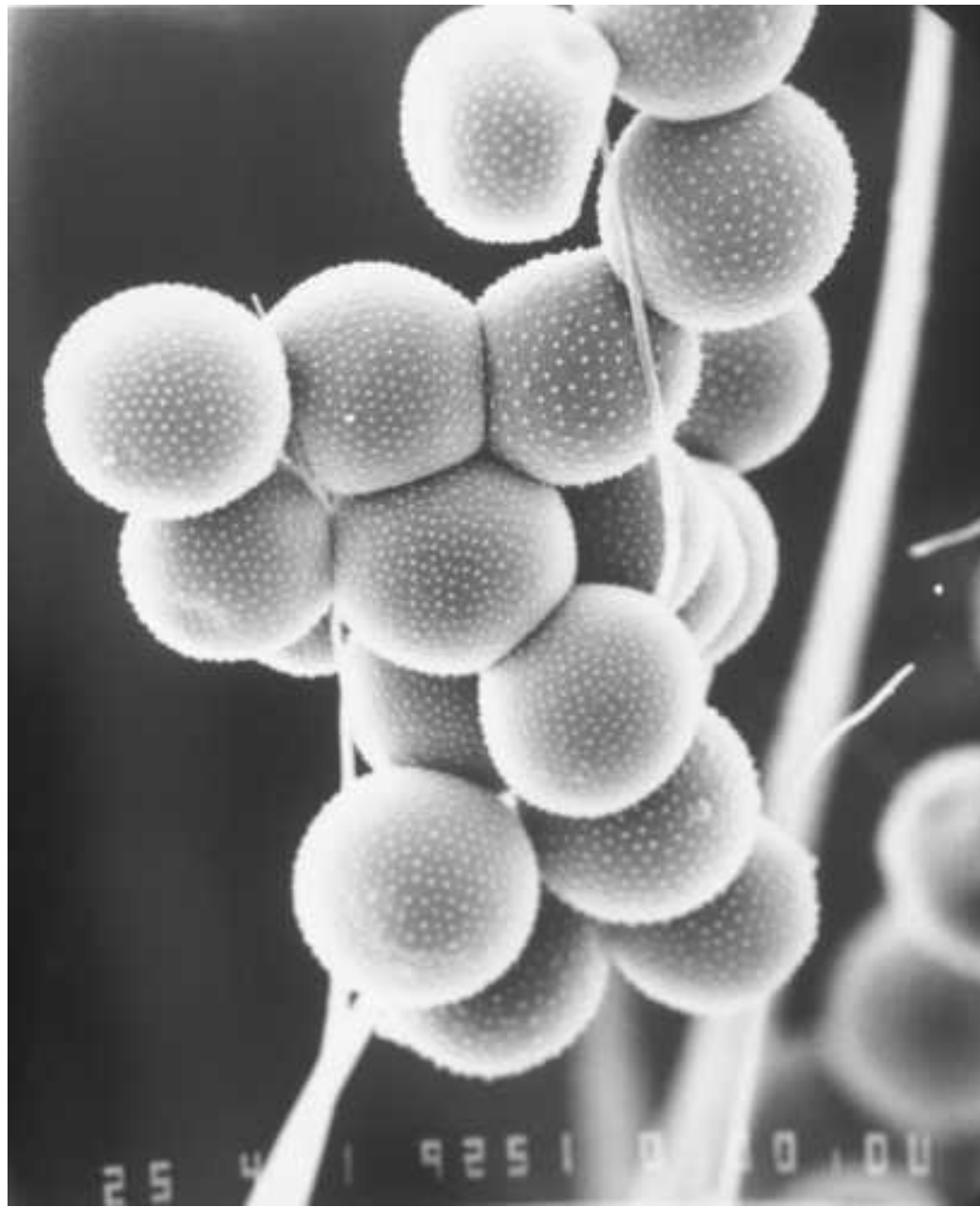
Geotrigona acapulconis



Meliponas (**Xunán kab**) en la cultura maya

MELIPONAS

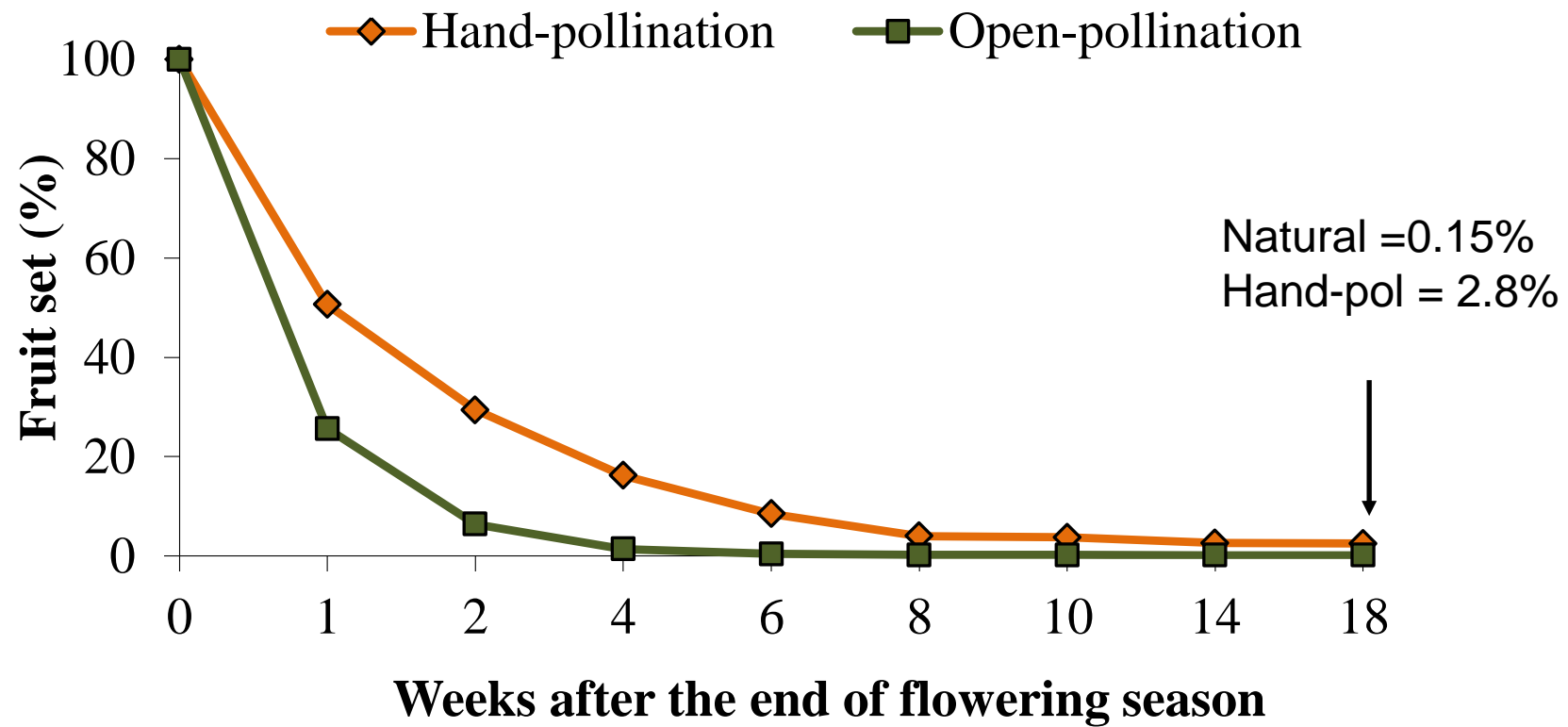




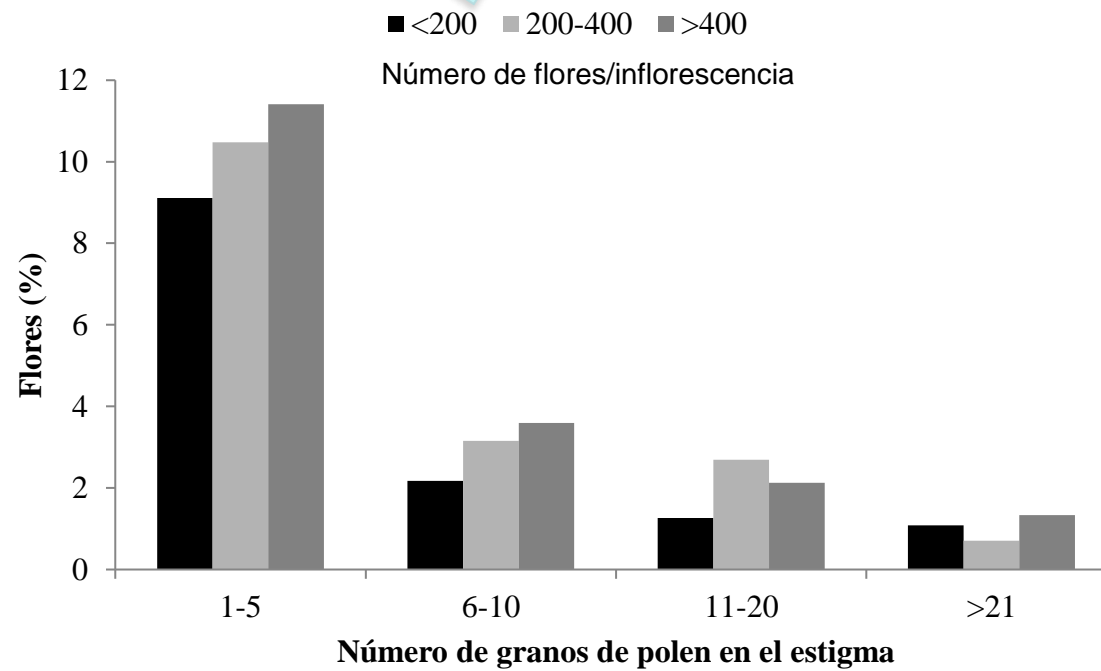
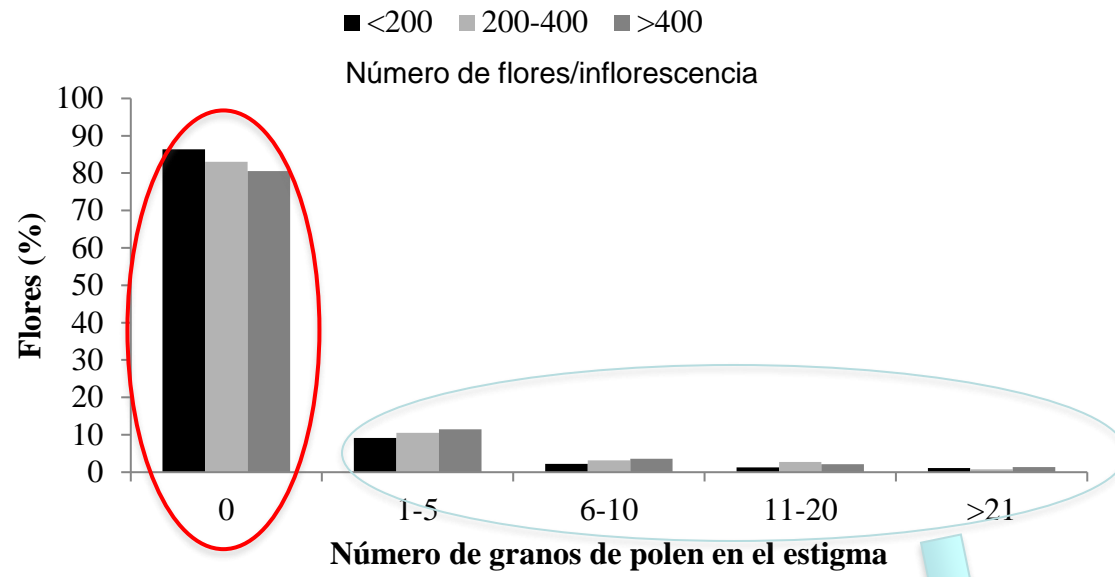
Polen de aguacate adherido a un pelo de abeja. Ish-Am



- Dos tipos de abejas en el campo
 - Recolectoras de néctar
 - Recolectoras de polen
- La relación entre ellas depende de las necesidades de la colmena
- El polen en las cestas no es efectivo para polinización
- El polen en el cuerpo de la abeja es efectivo en polinización

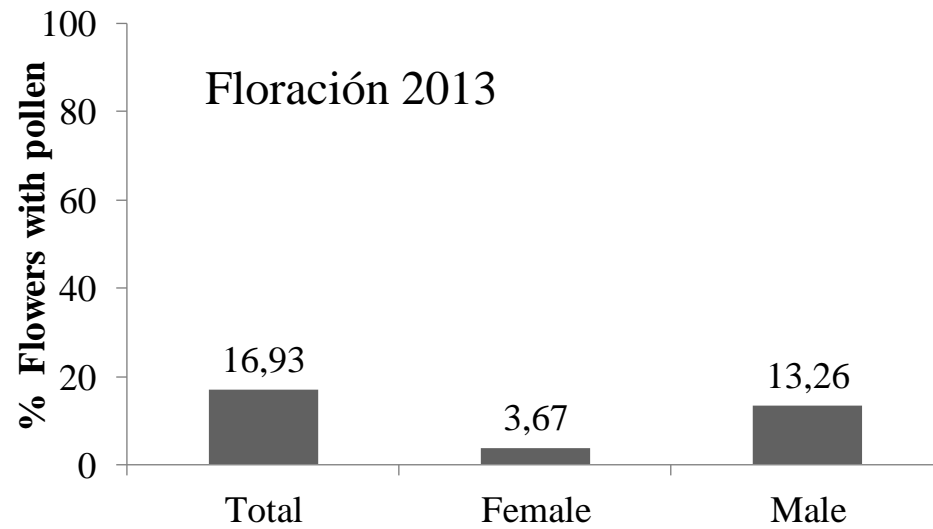


POLINIZACIÓN NATURAL



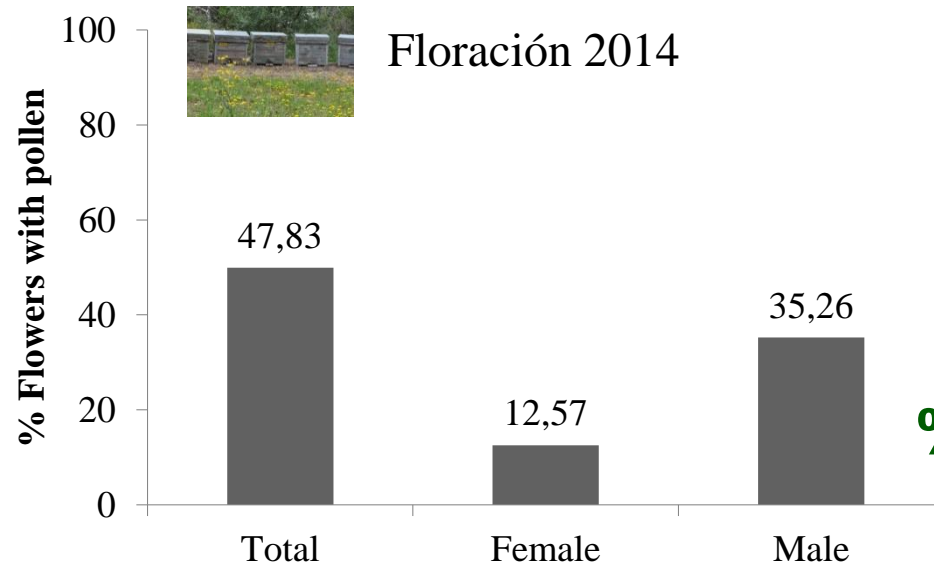
Consecuencias de aumentar el número de colmenas





Pollen deposition	χ^2	df	p
Total	264,39	1	<0,001
Female	34,025	1	<0,001
Male	968,72	1	<0,001

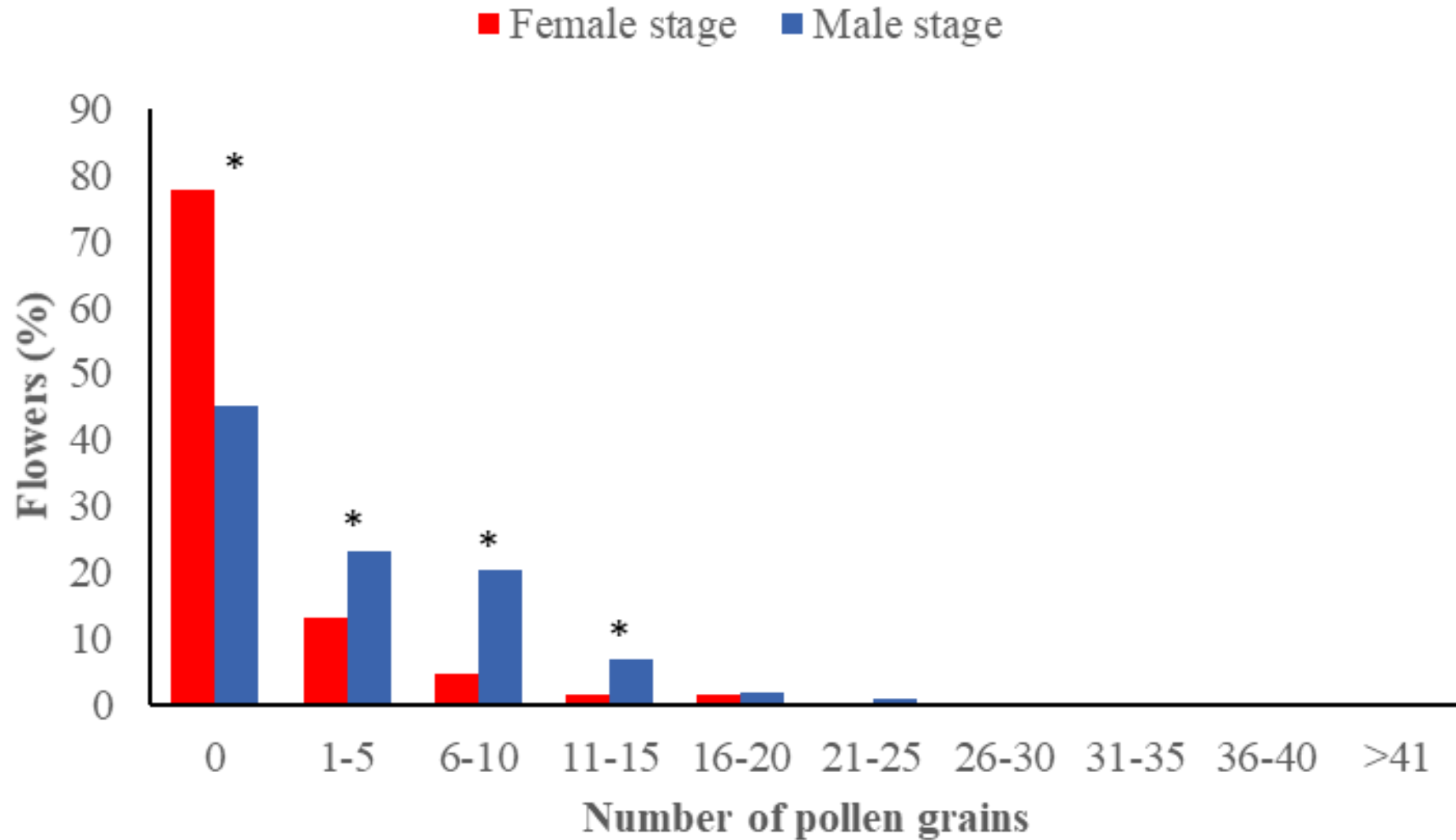
10 colmenas/ha en un extremo de la parcela



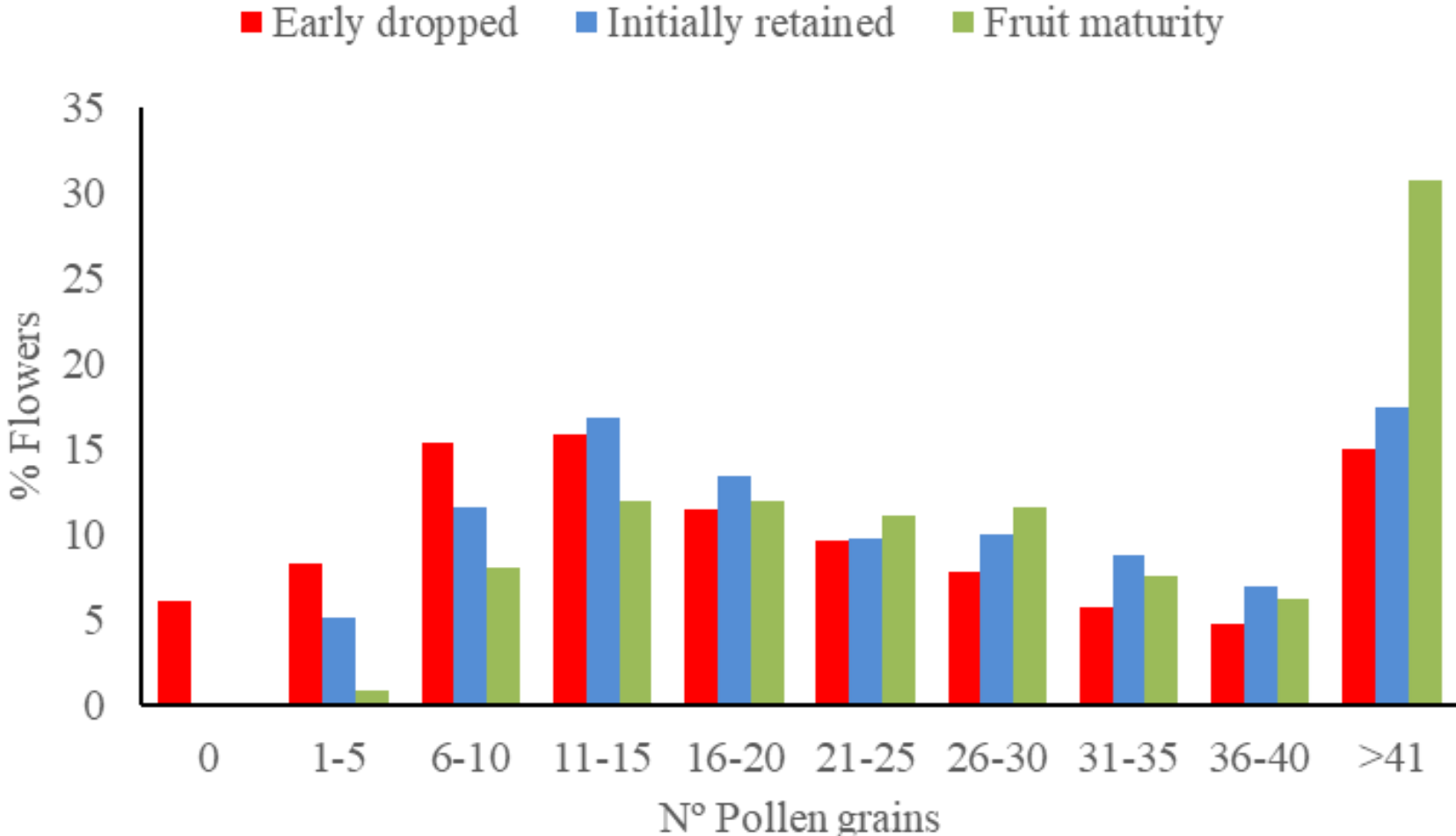
24 colmenas/ha (12 en cada extremo de la parcela)

% AUTOFECUNDACIÓN: 92,5%

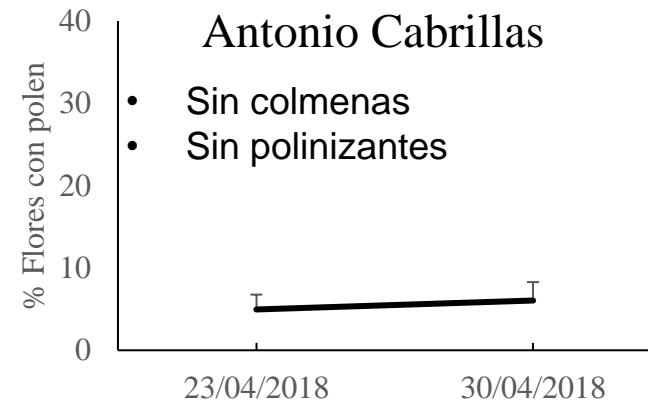
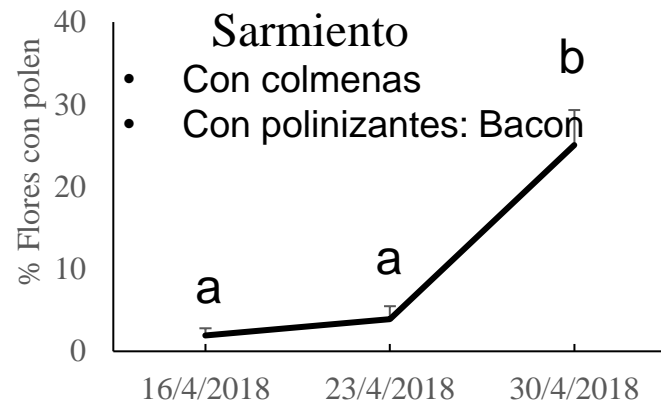
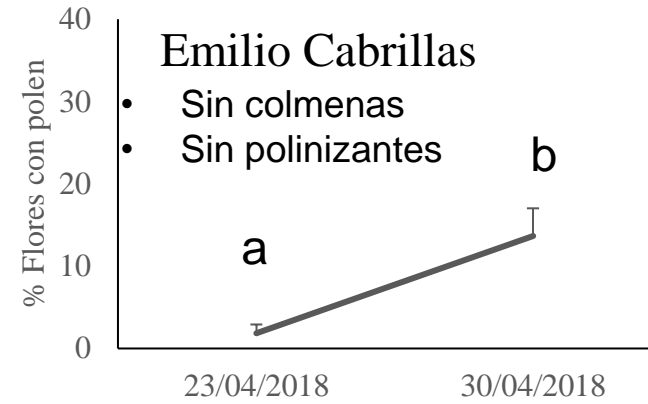
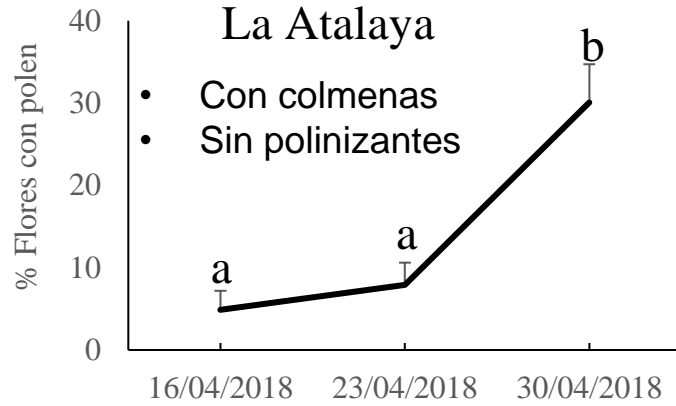
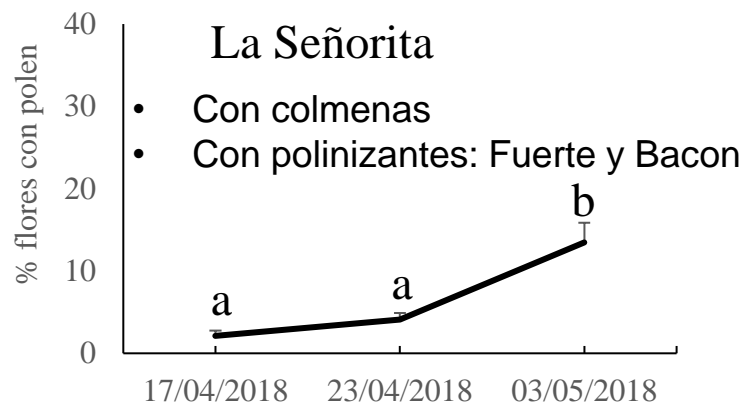
Número de granos de polen en el estigma en estado femenino y masculino



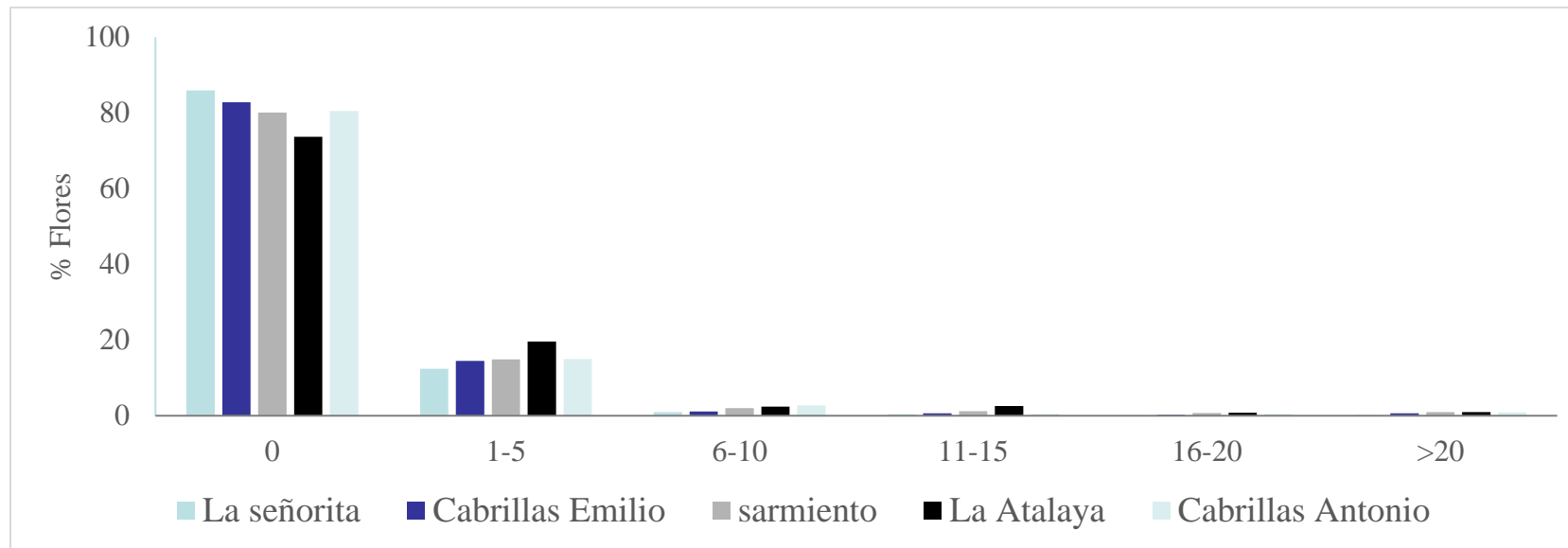
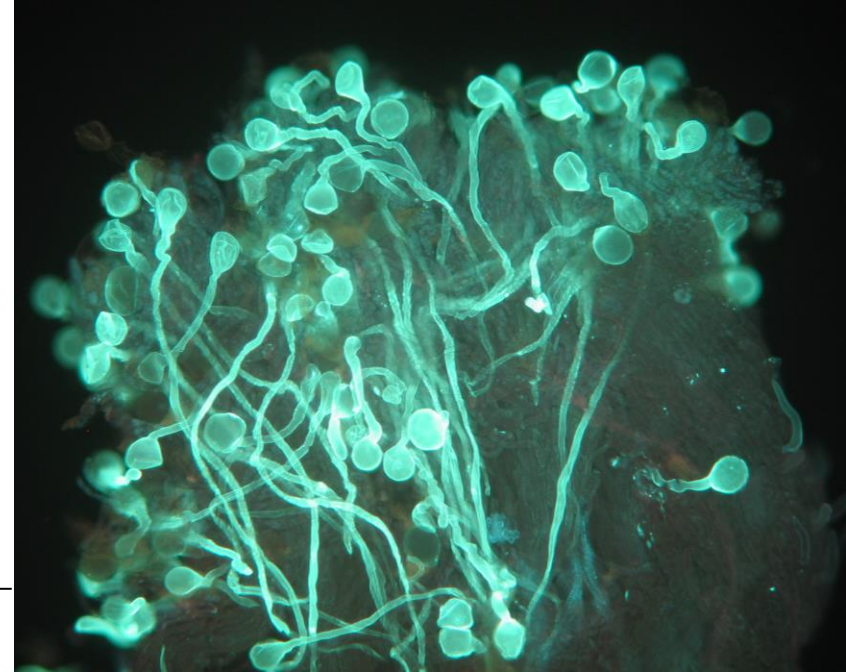
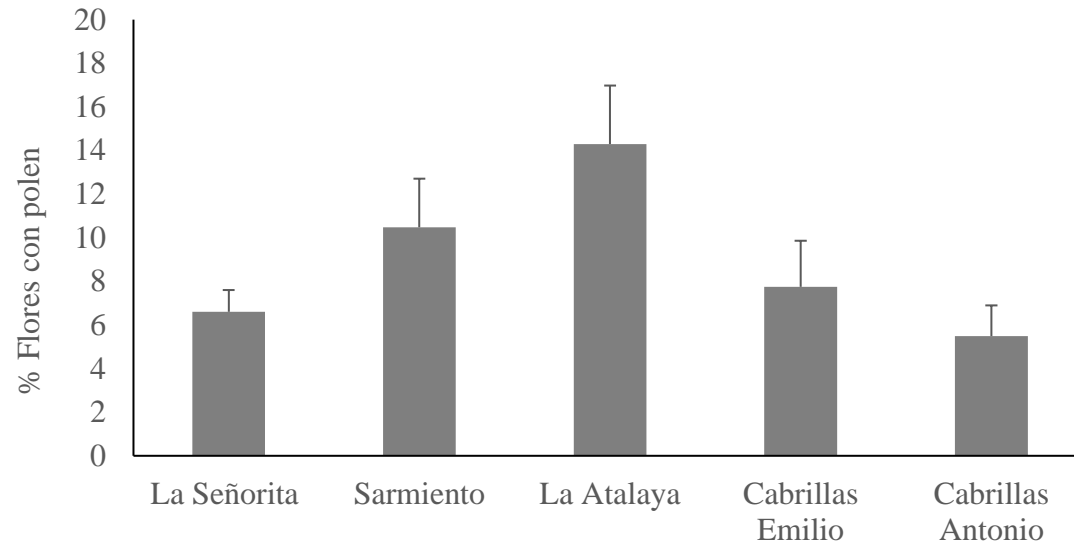
Número de granos de polen y caída de flores y frutos



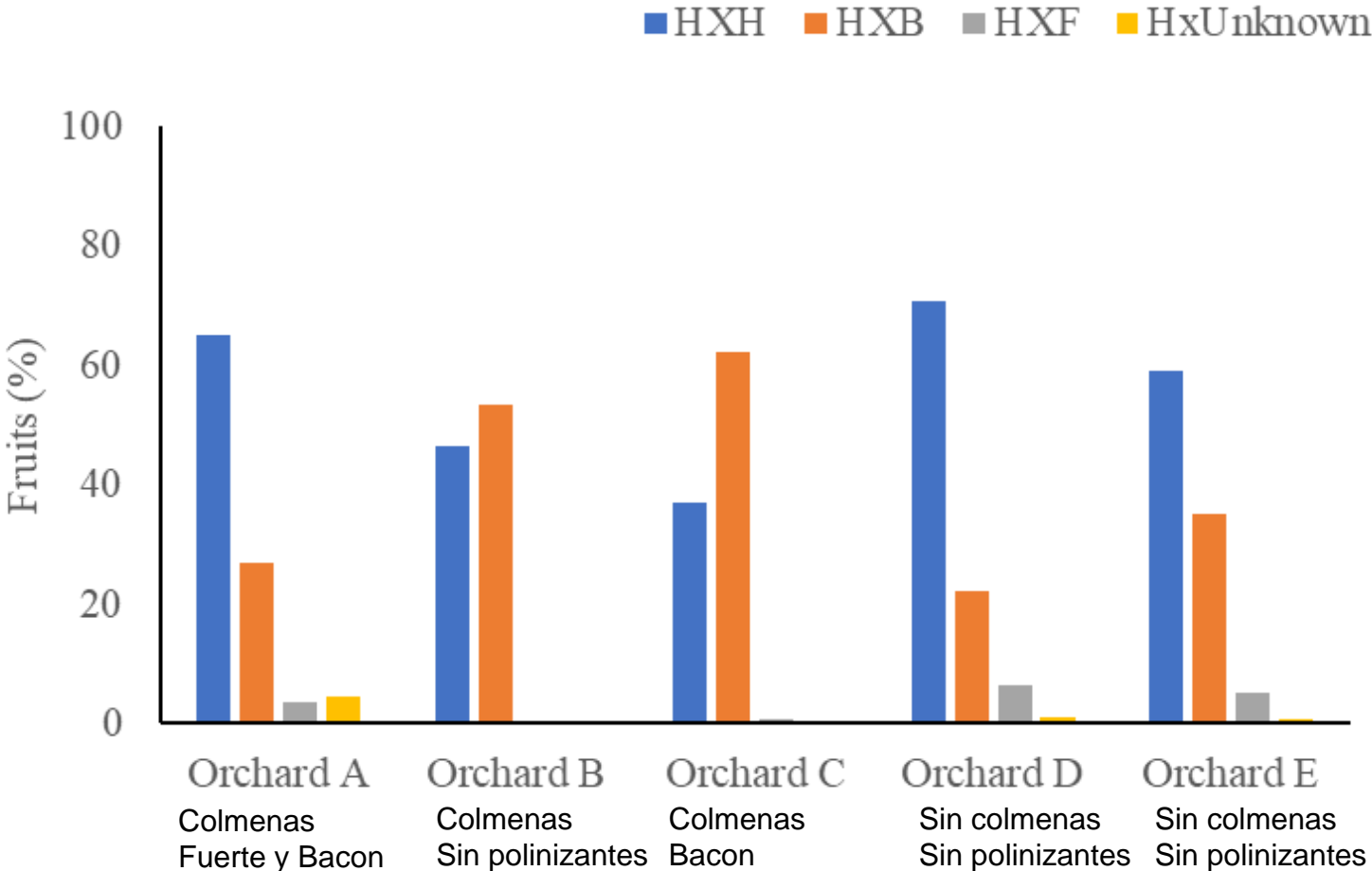
FINCAS COMERCIALES



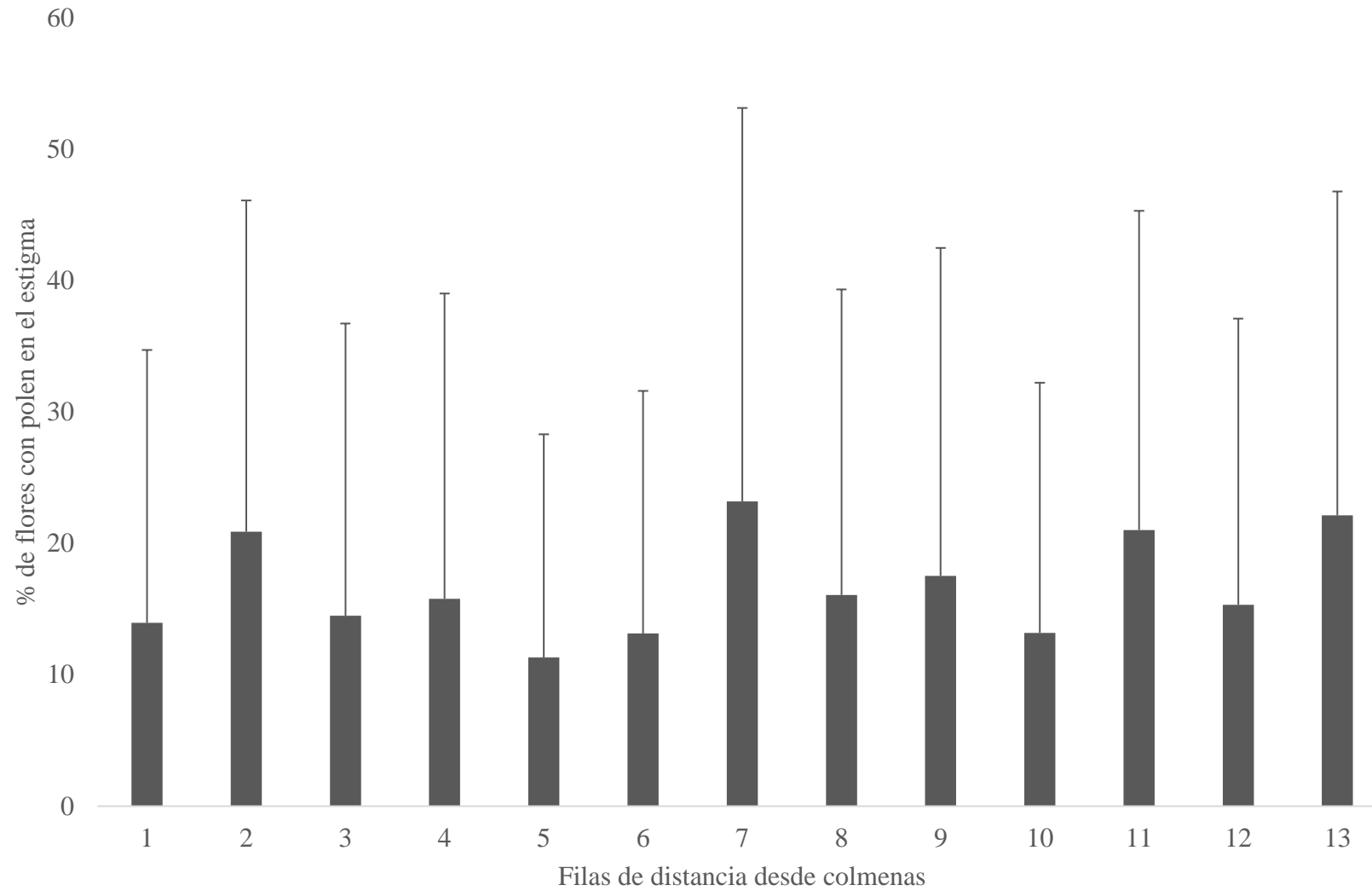
Comparación entre fincas



Paternidad en 5 parcelas comerciales con diferentes situaciones

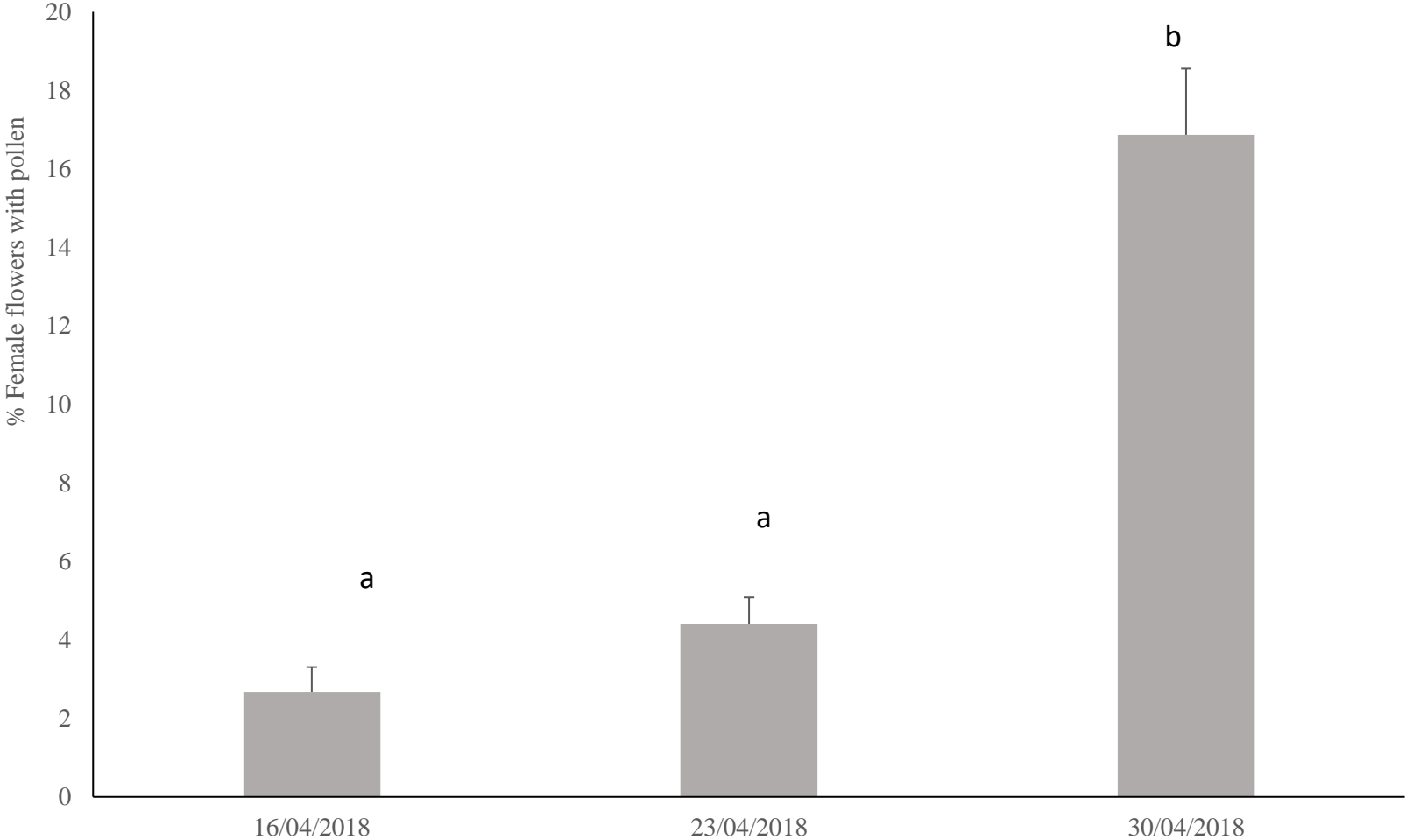


Polinización y distancia a las colmenas

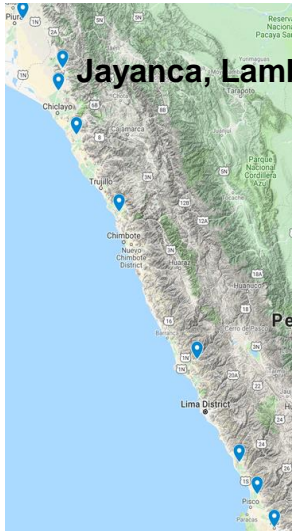


Distancia entre filas: 8 metros

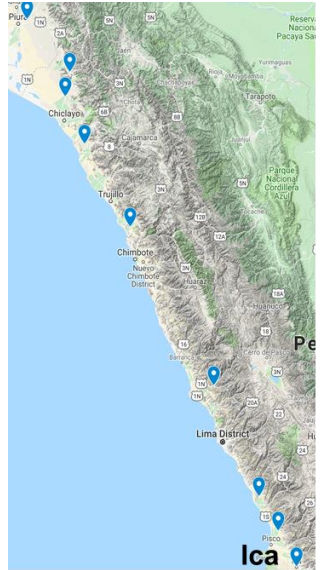
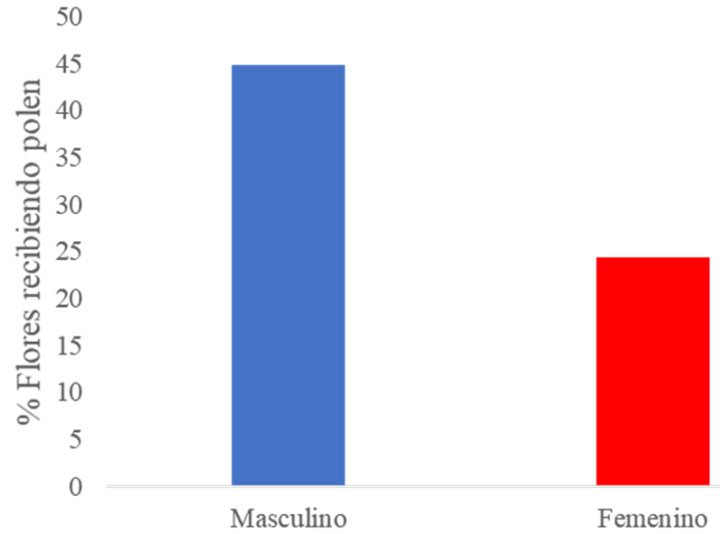
Conforme avanza la estación de floración aumenta el % de flores con polen



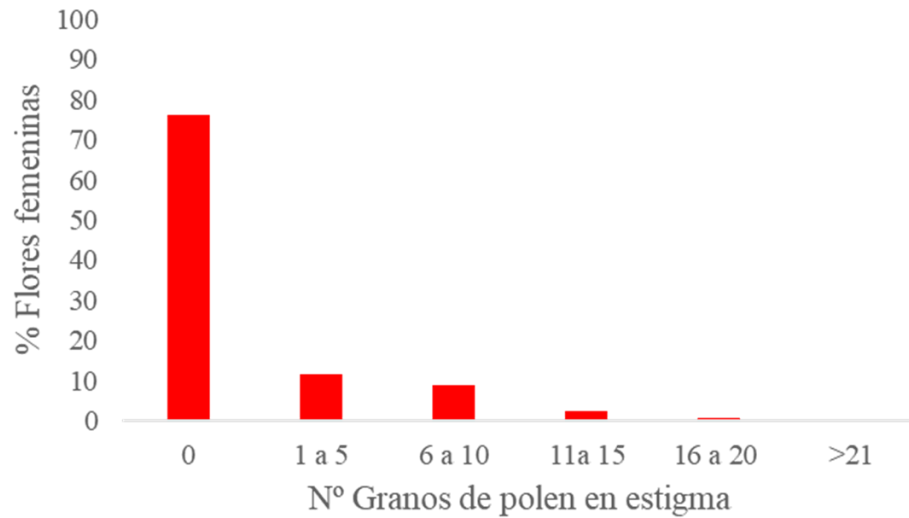
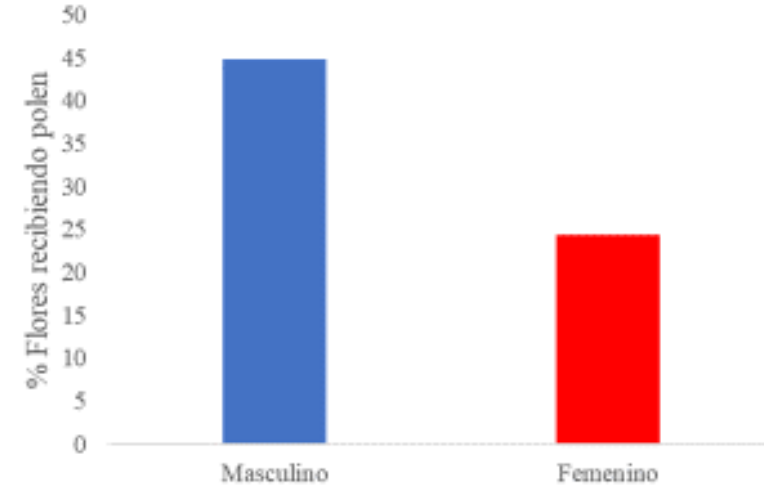
ENSAYOS EN PERÚ

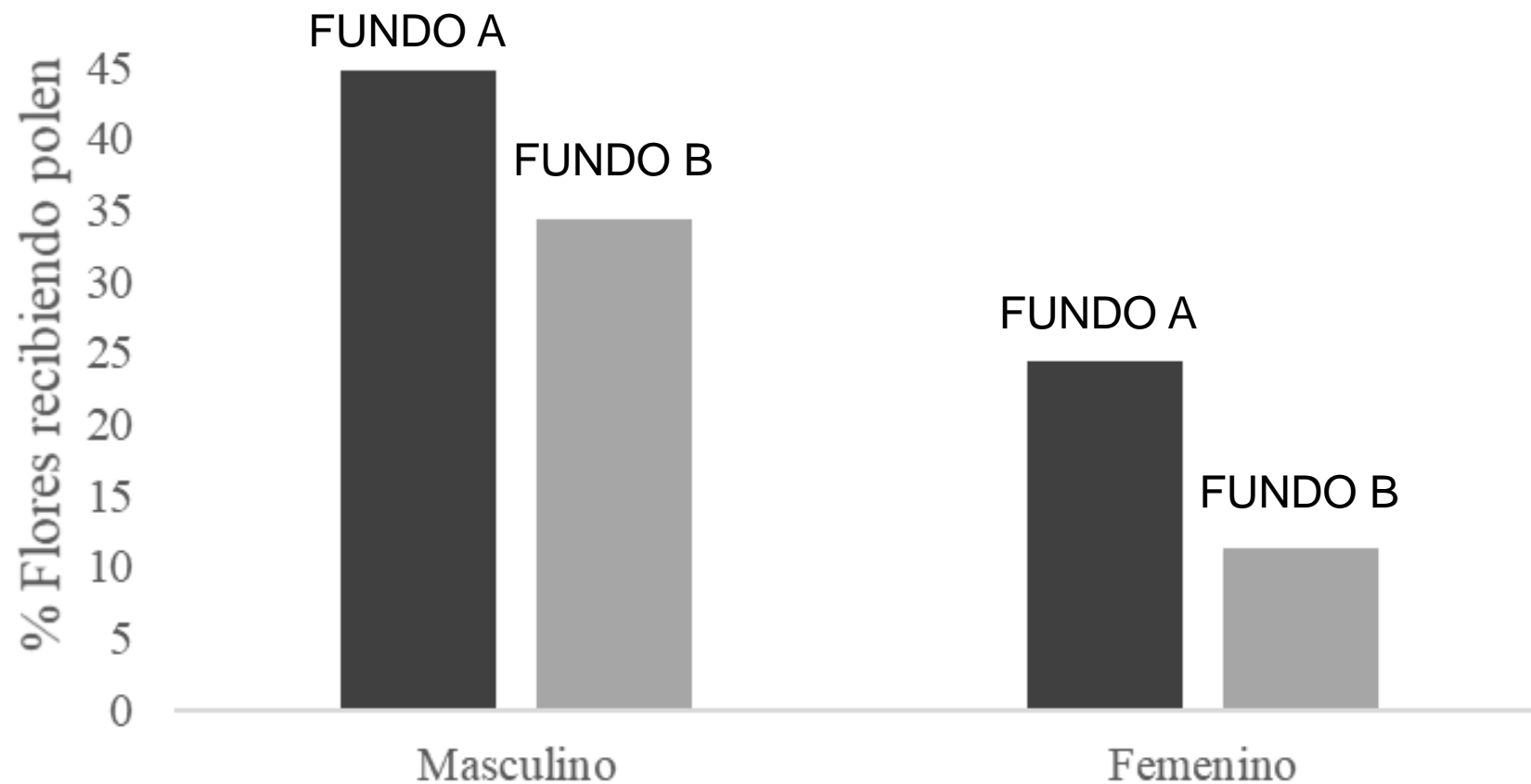


Jayanca, Lambayeque



Ica





Productividad en kg/árbol:

- FUNDO A: 61
- FUNDO B: 21



**Una mejor
polinización resulta
en una mayor
productividad**



- Colocar las colmenas una vez que ha comenzado la floración para evitar que las abejas encuentren otras flores fuera del fondo. Aproximadamente cuando un 10% de las flores ya estén abiertas.
- Colocar las colmenas en grupos pequeños distribuidas por el fondo. Cuantas más mejor, mínimo 5-10 por hectárea. Se pueden poner menos en plantaciones jóvenes. Piqueras orientadas al norte en el hemisferio sur.
- Evitar en lo posible el uso de pesticidas en floración. Si es necesario hacer alguna aplicación, hacerlo al atardecer cuando las abejas no estén activas.
- Se considera importante llegar a un mínimo de 20 abejas en un árbol de tamaño medio en plena floración. Para contar: dividir el árbol en sectores (4 ó 6) y contar el número de abejas en cada sector durante unos 20 segundos.

GRUPOS FUNCIONALES DE ABEJAS SOLITARIAS

Long-tongued large bees



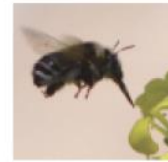
*Anthophora sp. ♀
leucophaea
or aestivalis*



*Anthophora sp. ♀
retusa*
or plumipes*



*Anthophora
retusa ♂*



Amegilla sp. ♀*



*Apis
mellifera*



*Bombus
terrestris*



*Bombus
pascuorum**



Eucera sp. ♀

Short-tongued large bees



*Andrena agilissima
♀*



*Andrena
nigroaenea ♀*



*Andrena
sp. ♀*



*Halictus
scabiosae ♀*



*Halictus
simplex ♀*



*Lasioglossum
xanthopus ♀*



*Osmia
brevicornis ♀*



*Osmia
brevicornis ♂*

Short-tongued medium-sized bees



*Andrena
marginata ♀*



*Andrena sp. ♀
nana*
or alfenella*



*Andrena
nitidula ♀*



*Andrena
sardoa ♀*



Andrena sp. ♀



Andrena sp. ♀



Andrena sp.



*Halictus
subauratus ♀*



Halictus sp. ♀



*Lasioglossum sp.
♀*



*Halictidae ♀
Lasioglossum sp.**



Ceratina sp.



*Ceratina
cucurbitina ♀*



*Ceratina
cucurbitina ♂*



*Ceratina
cucurbitina ♀ + ♂*

Short-tongued small bees



Andrena sp. ♀



*Halictidae ♀
Lasioglossum sp.**



Hylaeus sp.



Chrysura sp.



**BUSCANDO POLINIZADORES
ADICIONALES A LAS ABEJAS
DE LA MIEL**



**GRUPOS DE INSECTOS VISITANDO
FLORES DE AGUACATE EN IHSM LA
MAYORA**

HIMENOPTERA



Obrera de *Apis mellifera*



Obrera de *Bombus terrestris*



Ancistrocerus gazella



Article

Bumblebees (*Bombus terrestris*) Improve 'Hass' Avocado (*Persea americana*) Pollination

Raphael A. Stern ^{1,2,*}, Ada Rozen ³, Ravit Eshed ³, Tali Zviran ³, Isaac Sisai ³, Amir Sherman ³, Vered Irihimovitch ³ and Gal Sapir ¹

DIPTERA



Lucilia sericata



Stomorhina lunata



Empis tesellata

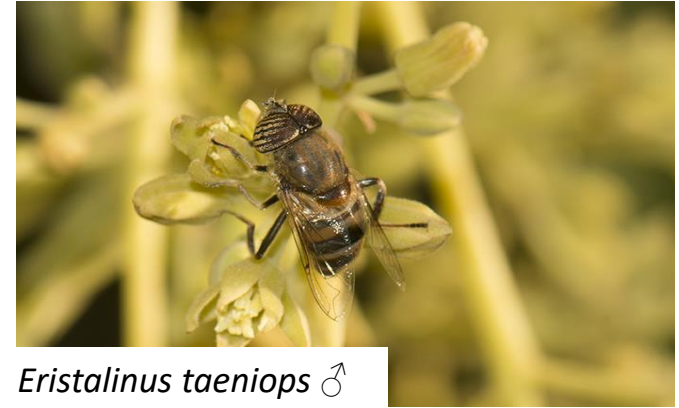
DIPTERA (SYRPHIDAE)



Chrysotoxum intermedium ♂



Syrphus ribesii ♀



Eristalinus taeniops ♂



Eristalis similis ♀



Eristalis tenax



Eupeodes cf. corollae ♀



Syritta pipiens ♀

OTROS ÓRDENES



Pararge aegeria, Lepidoptera



Oxythyrea funesta, Coleoptera



Tropinota squalida, Coleoptera

Colección Nuevo conocimiento agropecuario

Insectos polinizadores del aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en Colombia

Arturo Carabali Muñoz
Sandra Pinchao Tenganan
Ibba Lamprea Rodríguez
Juan Felipe Peña Mojica
Diana Johana Carabali Banguero

Corpoica
EDITORIAL
www.corpoica.org.co

<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13146>

Tabla 4. Número de especímenes de abejas sin aguijón capturadas visitando las flores de aguacate cv. Hass, en tres departamentos de Colombia

Departamento	Especies	N.º de especímenes
Antioquia		
	<i>Partamona</i> sp.	18
	<i>Paratrigona</i> cf. <i>prosopeiformis</i>	9
	<i>Scaptotrigona</i> cf. <i>tricolorata</i>	66
	<i>Trigona</i> cf. <i>amalthaea</i>	7
Cauca		
	<i>Scaptotrigona barrocoloradensis</i>	51
	<i>Tetragonisca angustula</i>	33
	<i>Partamona</i> cf. <i>aequatoriana</i>	20
	<i>Trigona</i> sp.	5
Tolima		
	<i>Partamona</i> cf. <i>peckolti</i>	40
	<i>Frieseomelitta</i> cf. <i>nigra</i>	32
	<i>Scaptotrigona</i> sp.	8
	<i>Scaptotrigona barrocoloradensis</i>	5
	<i>Trigona</i> cf. <i>amalthaea</i>	4
	<i>Plebeia</i> cf. <i>frontalis</i>	2
	<i>Partamona</i> sp.	2
	<i>Plebeia</i> sp.	1

Distintas especies de ANGELITAS (abejas meliponas)



Figura 14. Abejas nativas visitando flores en busca de alimento. a. *Tetragonisca angustula* posada en una flor de aguacate; b. Abeja nativa ocasionando daño en la flor *Hibiscus* sp.

Dípteros asociados a la floración del aguacate *Persea americana* Mill cv. Hass en Cauca, Colombia

Dipterans associated to the flowering of the avocado *Persea americana* Mill cv. Hass in Cauca, Colombia

Diana Carabalí-Banguero, James Montoya-Lerma y Arturo Carabalí-Muñoz

BIOTA COLOMBIANA 19 (1) - 2018

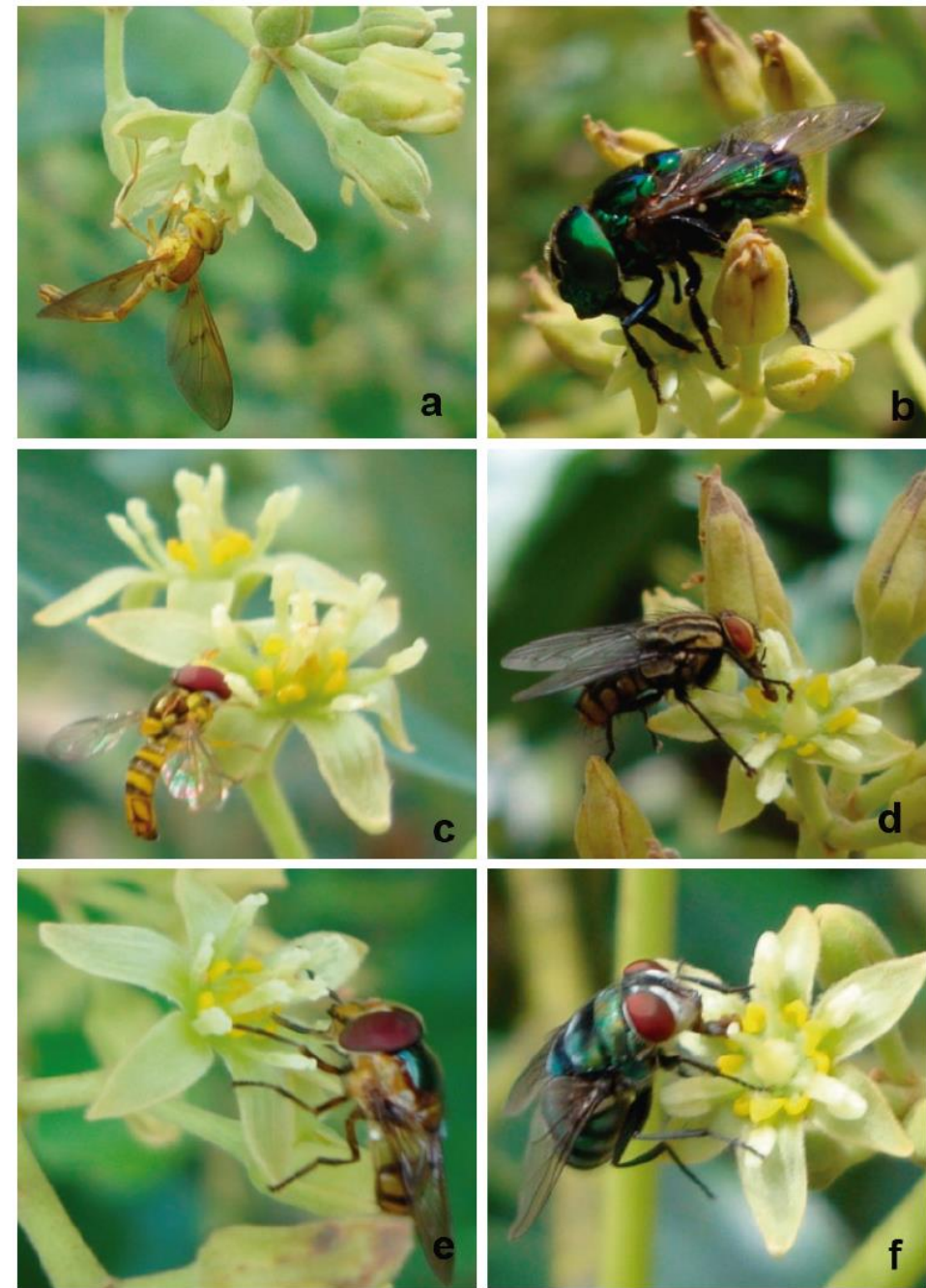


Figura 5. Comportamiento de forrajeo de moscas en flores de *P. americana*. A) *Ocyptamus lineatus*. B) *Ornidia obesa*. C) *Allograpta obliqua*. D) *Peckia anguilla*. E) *Copestylum* aff. *infractum*. F) *Chrysomya putoria*.

A close-up photograph of a bee on a yellow avocado flower against a black background. The bee is positioned in the lower-left quadrant, facing right. The flower's stem and buds are visible, extending upwards and to the right. The text 'POLINIZADORES' is overlaid on the image in white, bold, uppercase letters.

POLINIZADORES

- **La productividad del aguacate puede verse afectada por déficit de polinizadores. Necesidad de evaluar en cada zona productora**
- **Otros insectos, además de la abeja de la miel, pueden ser polinizadores efectivos.**

DÓNDE SE HAN IDO TODAS LAS FLORES

- EXCESIVAMENTE ALTAS O BAJAS TEMPERATURAS EN FLORACIÓN
- CALIDAD DE FLOR
- PROBLEMAS DE POLINIZACIÓN. DIVERSIFICAR INSECTOS POLINIZADORES
- ÁRBOLES POLINIZANTES?

AGRADECIMIENTOS



Óscar Aguado



Librada Alcaraz



Jorge González

FINANCIACIÓN



MORPH NETWORK



PROGRAMA IBEROAMERICANO



**MUCHAS GRACIAS
POR SU ATENCIÓN**

ihormaza@eelm.csic.es