

# PRINCIPALES RETOS DE LA HORTICULTURA PROTEGIDA ESPAÑOLA

Madrid, 18/04/2017

Jerónimo J. Pérez Parra



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera  
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL



**Tecnología y manejo del  
cultivo en invernaderos:  
retos y factores de éxito**

**IFAPA**

# PRINCIPALES RETOS DE LA HORTICULTURA PROTEGIDA ESPAÑOLA

I-Evolución y situación actual e los invernaderos españoles

---

1. Introducción: el reto de la alimentación en el siglo XXI

2. El modelo tecnológico de la horticultura protegida española

2.1. Invernaderos, eficiencia productiva y uso de recursos naturales

2.2. Evolución tecnológica en la horticultura protegida española

2.3. Investigación, proveedores tecnológicos y sector productor: una alianza imprescindible

**IFAPA**

# El reto de la alimentación en el siglo XXI

## 1. Introducción

---

- Incremento continuo de la demanda de alimentos (+70% 2050)
- La disponibilidad de superficie agrícola por habitante decrece de 0,35 ha/hab en 1975 a 0,27 ha/hab en 1995
- Una nueva formulación del reto alimentario: seguridad alimentaria (disponibilidad + acceso + estabilidad + uso) ambientalmente sostenible en un mundo de bajas emisiones
- Contexto de CC, GEI, limitaciones de uso de suelo, agua, energía,..
- Satisfacer a un mercado de consumidores exigentes, poco fieles, bien informados y muy interesados en la calidad, a precios competitivos

# Invernaderos: una tecnología útil para la producción eficiente de alimentos en el siglo XXI

## 1. Introducción

---

¿Que nos aporta la tecnología de producción en invernadero?

- Independencia de las condiciones climáticas externas (viento, lluvia, frío...). Capacidad de control
- Posibilidad de extender la producción todo el año
- Mas productividad, calidad y seguridad alimentaria
- Posibilidad de usar suelos degradados o improductivos
- Mayor eficiencia en el uso de recursos (suelo, agua, fertilizantes, energía, mano de obra,.....)
- Mas eficaz control de plagas y enfermedades
- Beneficios sociales: trabajo mas estable a lo largo del año
- Mayor beneficio económico

## 2. El modelo tecnológico de la horticultura protegida española

---



El agrosistema de invernadero mediterráneo frente al modelo para climas fríos

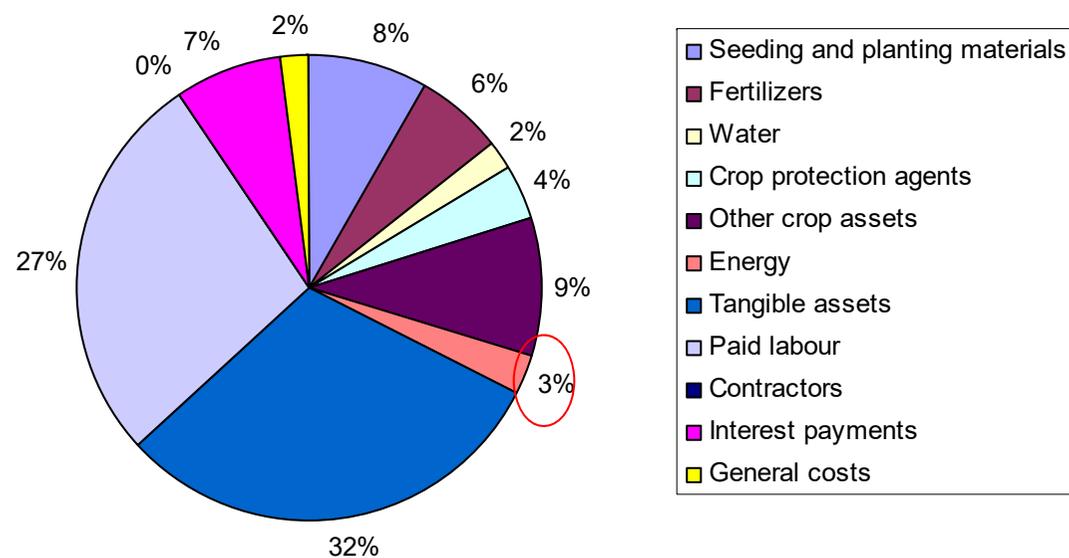


## 2. El modelo tecnológico de la horticultura protegida española

### Agrosistema Invernadero Mediterráneo

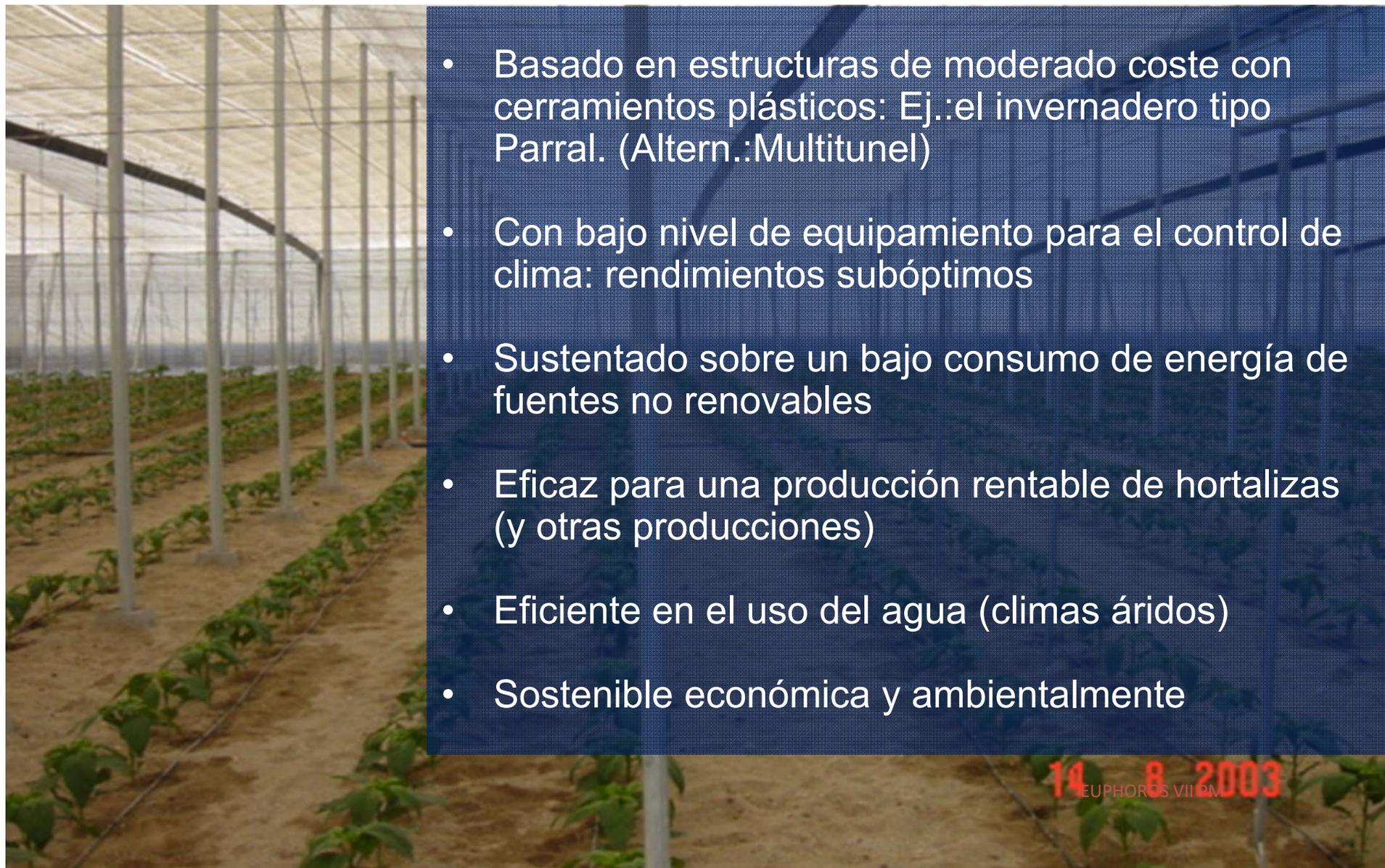
- Inversión moderada en estructuras y equipamientos
- Producciones limitadas en periodos limitados
- Bajo coste unitario de producción. Bajo consumo de energía, (+sostenible)

Cost components of a tomato farm (1 ha)



## 2. El modelo tecnológico de la horticultura protegida española

### Agrosistema Invernadero Mediterráneo

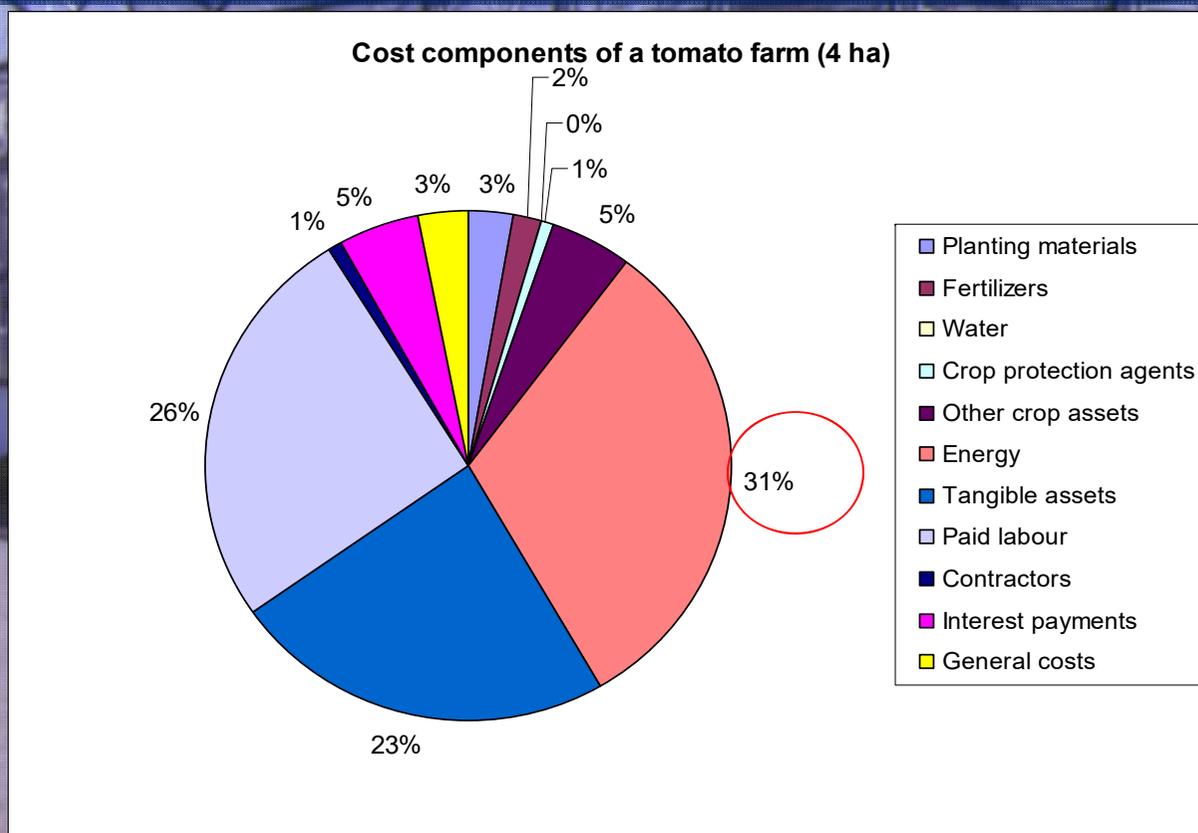


- Basado en estructuras de moderado coste con cerramientos plásticos: Ej.:el invernadero tipo Parral. (Altern.:Multitunnel)
- Con bajo nivel de equipamiento para el control de clima: rendimientos subóptimos
- Sustentado sobre un bajo consumo de energía de fuentes no renovables
- Eficaz para una producción rentable de hortalizas (y otras producciones)
- Eficiente en el uso del agua (climas áridos)
- Sostenible económica y ambientalmente

## 2. El modelo tecnológico de la horticultura protegida española

### Agrosistema invernadero zonas frías (Holanda)

- Inversión elevada en estructuras y equipamientos
- Elevado consumo de energía
- Alta productividad, elevados costes de producción



## 2. El modelo tecnológico de la horticultura protegida española

Diferentes localizaciones, diferentes soluciones tecnológicas

### Integral de radiación solar anual ( $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{year}^{-1}$ )

	Almería (Spain)	Netherlands
<b>GLOBAL (<math>\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{year}^{-1}</math>)</b>	<b>6585</b>	<b>3650</b>
<b>DIRECT (%)</b>	<b>67%</b>	<b>30%</b>
<b>DIFFUSE (%)</b>	<b>33%</b>	<b>70%</b>

Las producciones son mayores en el invernadero holandés, pero sus costes de producción también lo son. Sin embargo, sus costes de transporte a los mercados europeos son menores (por estar más próximos) que los de origen mediterráneo, lo que permite que ambas producciones estén presentes, compitiendo, en los mercados. Diversos estudios estiman que el consumo de energía, para cultivo y transporte a mercado (europeo), por kilo de tomate, pimiento y pepino es 13, 14 y 9 veces mayor, respectivamente, en Holanda que en España (Van der Velden y cols, 2004).

Cultivo/Región	Producción	Consumo energético			
		Kg/m <sup>2</sup>	Cultivo (m <sup>3</sup> a.e./m <sup>2</sup> )	Transporte (m <sup>3</sup> a.e./m <sup>2</sup> )	Total (m <sup>3</sup> a.e./m <sup>2</sup> )
<b>Tomate</b>					
- España	9	0,3	0,0592	0,090	1
- Países Bajos	50	57,1	0,0110	1,153	13
<b>Pimiento</b>					
- España	6	0,3	0,0774	0,124	1
- Países Bajos	26	45,8	0,0143	1,777	14
<b>Pepino</b>					
- España	9	0,3	0,0420	0,073	1
- Países Bajos	70	46,8	0,0078	0,677	9

García,R, 2017

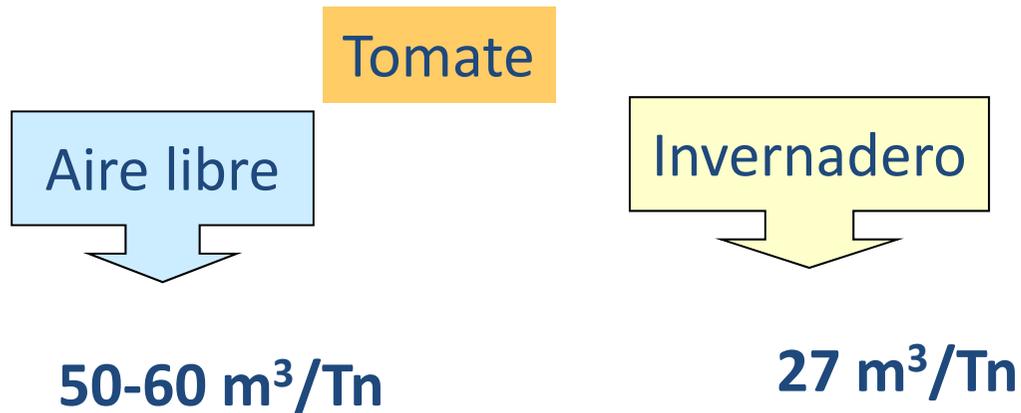
**IFAPA**

## 2.1. Invernaderos, eficiencia productiva y uso de recursos naturales

### Eficiencia hídrica de la producción en invernadero

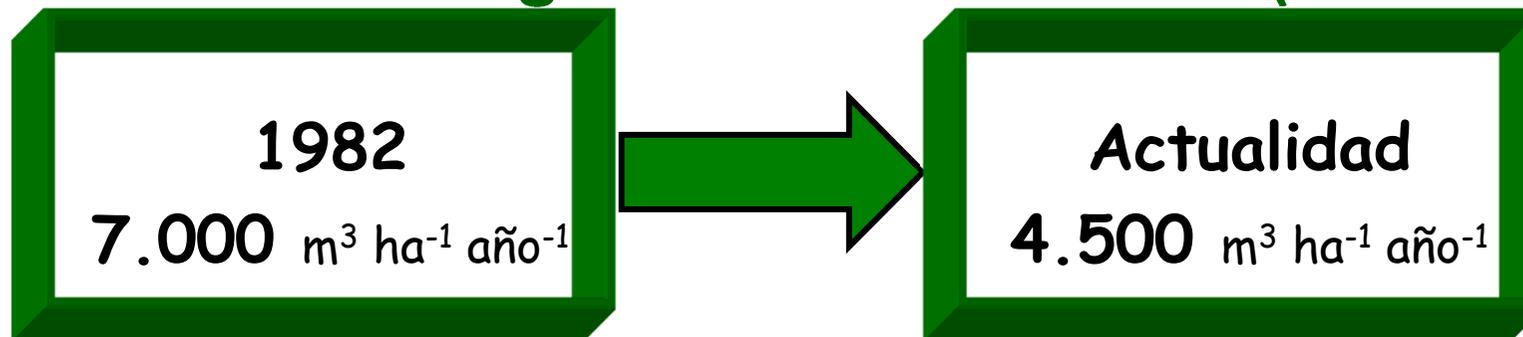
#### MODELO EFICIENTE EN EL USO DE RECURSOS

> Eficiencia en el uso del agua

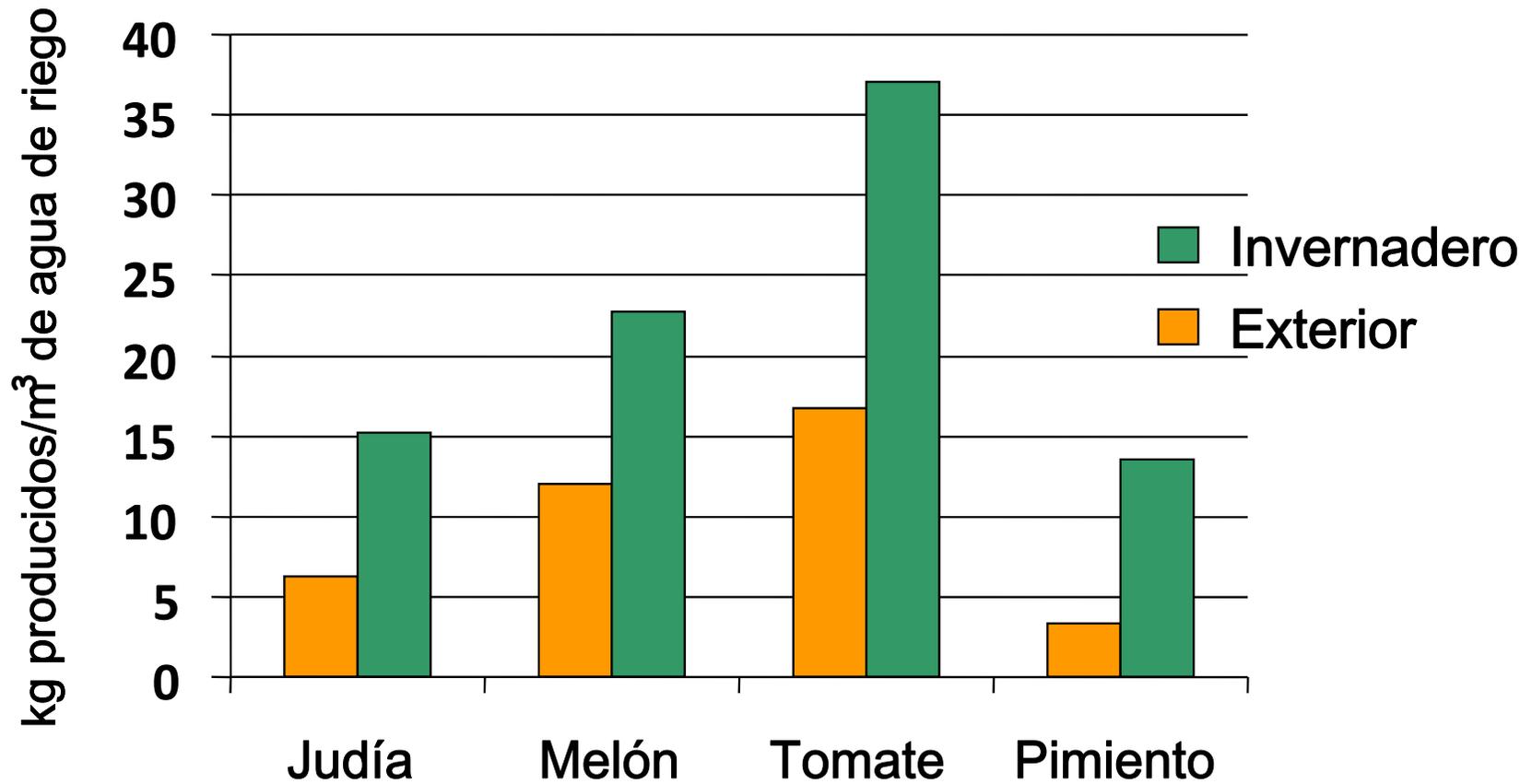


- La mayor productividad reduce la necesidad de roturación de tierras para cultivo
- Permite el establecimiento de una actividad productiva competitiva en zonas edafológica o climatológicamente marginales

### Gasto medio agua en invernaderos (Almería)

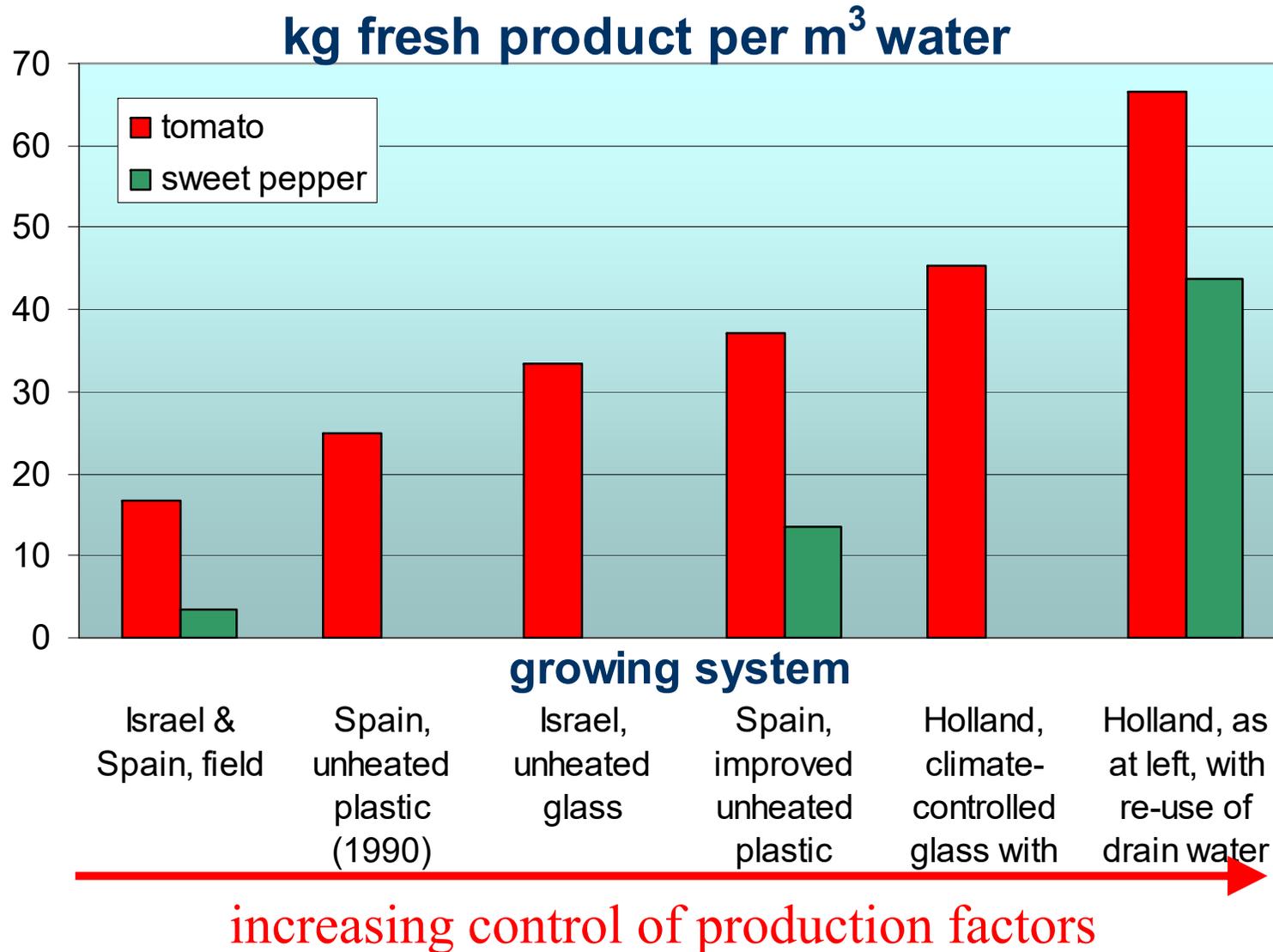


## EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA (EUA)



## Water use efficiency

goes up with...



## ACL: Comparación del impacto ambiental para producir 1 kg de tomates en invernadero y al aire libre

Impact Categories	Units	Greenhouse	Open-field	O/G
depletion of non renewable resources	Kg Sb eq.	3.65E-04	4.79E-04	1.31
global warming	Kg CO <sub>2</sub> eq.	7.44E-02	5.01E-02	0.67
eutrophication	Kg PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> eq	1.23E-04	1.52E-04	1.24
energy consumption	MJ-eq.	0.94	1.19	1.27
water consumption	L	24.24	42.84	1.77

(Muñoz et al)

## 2.2. La innovación permanente: una decisión estratégica

### El medio de cultivo



### El enarenado



Arena 8 – 10 cm  
Estiércol 2 – 4 cm

Tierra 40 – 50 cm



**Los problemas de suelo o la ausencia de suelo fértil pueden resolverse con técnicas de cultivo sin suelo**

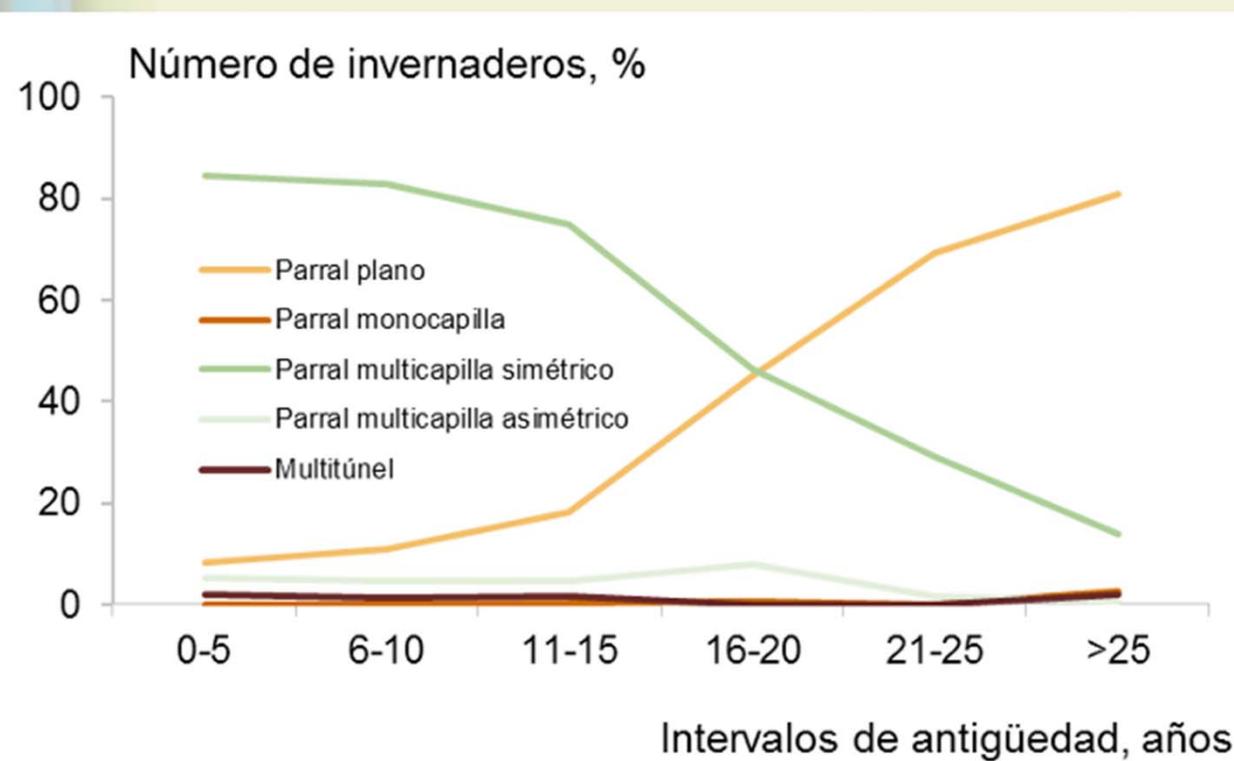
# Las estructuras



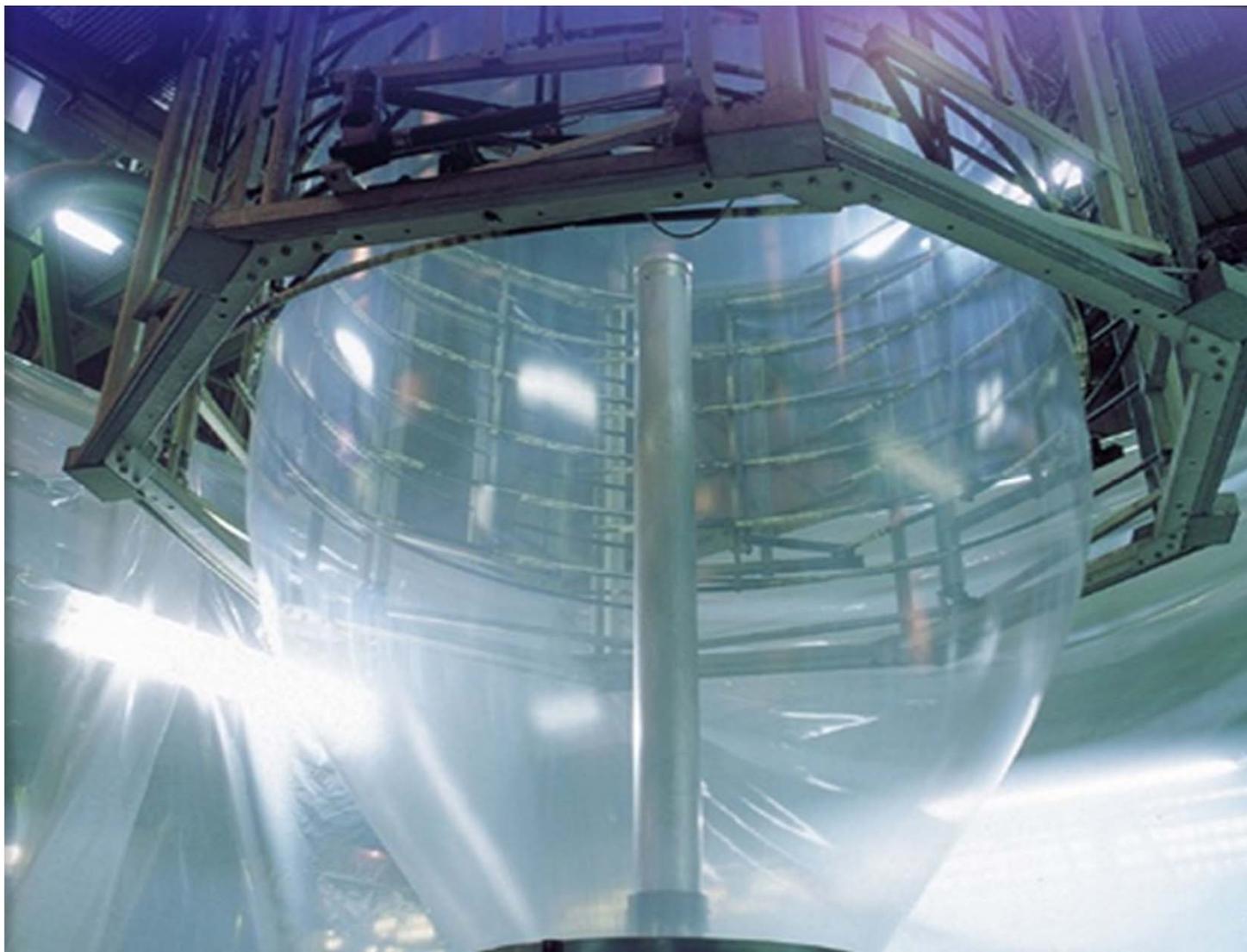
**INVERNADERO INVERSOS**

## Evolución del tipo de estructura

Distribución del número de invernaderos (%) en función de su antigüedad, según el tipo de estructura

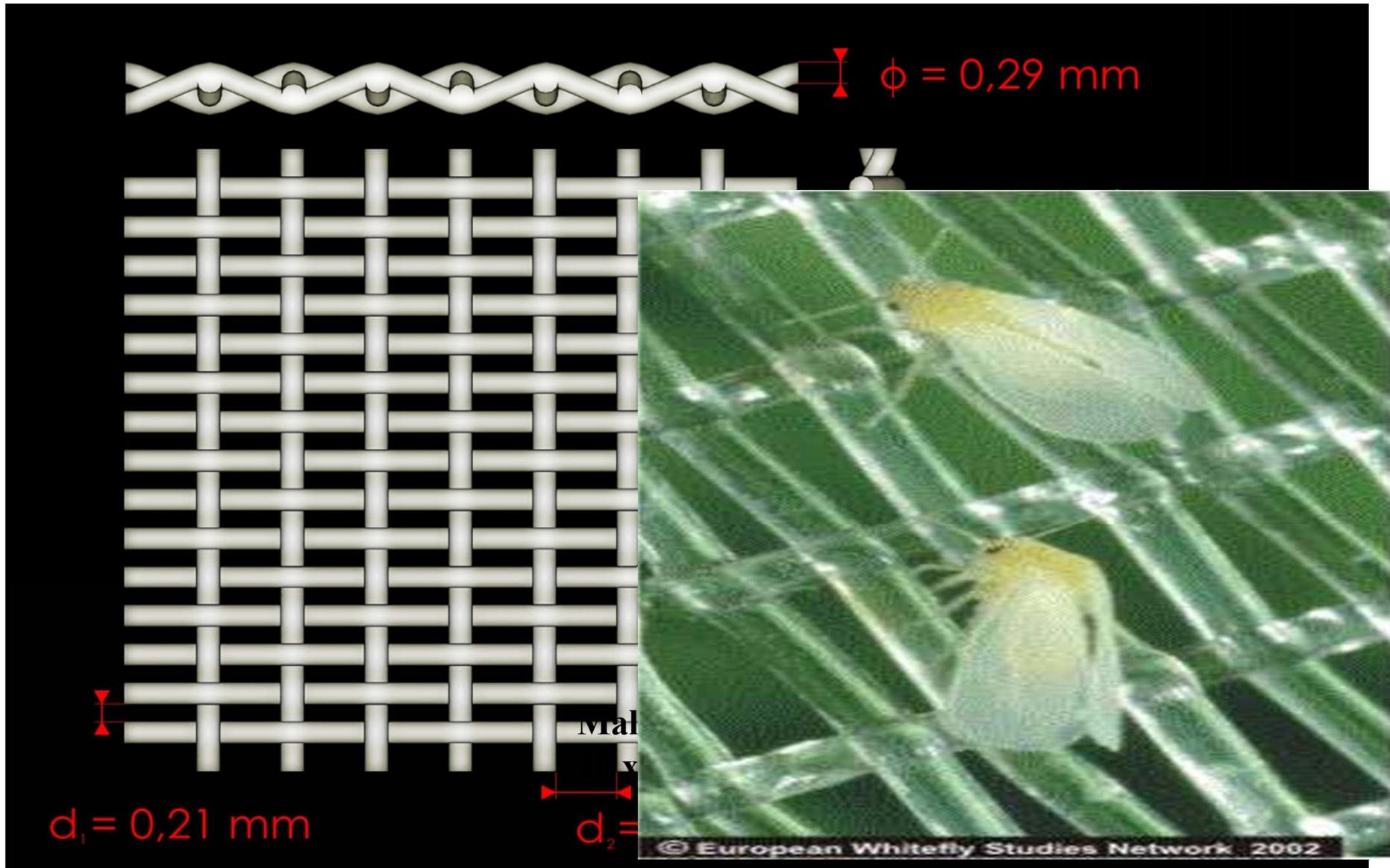


## Los materiales de cerramiento



**IFAPA**

## Materiales de cerramiento: Mallas anti-insecto



# Eficiencia en el uso del agua de riego. Controladores



Una medida fiable de las variables climáticas será un buen punto de partida para realizar una adecuada programación de riego



Programación Riego

Estimación del consumo hídrico de la planta aplicado a la gestión de riego

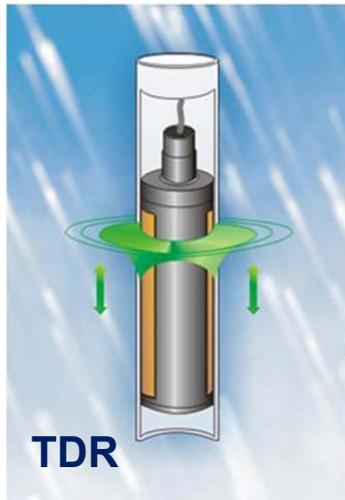


Equipo de fertirrigación

IFAPA

# Eficiencia en el uso del agua de riego. Sensores

Contenido relativo de agua  
Conductividad eléctrica

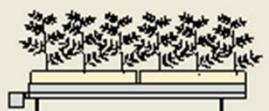


Bandejas con sensores de nivel/drenaje



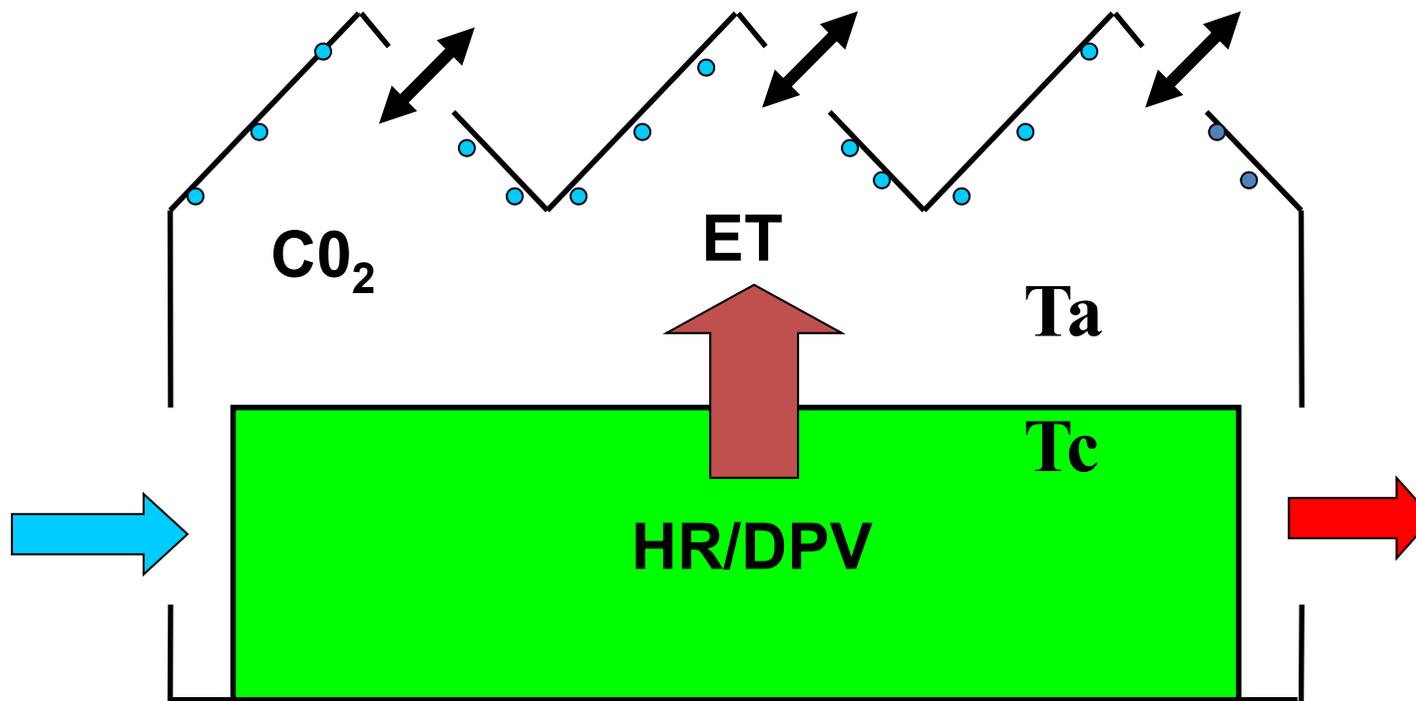
Electrotensiómetros

Drenaje Deseado:	<input type="text" value="20"/>	%
Caudal:	<input type="text" value="300"/>	cc/min
Precisión:	<input type="text" value="Media"/>	
Sonda Drenaje:	<input type="text" value="5"/>	c.c./pulso



## La climatización de invernaderos

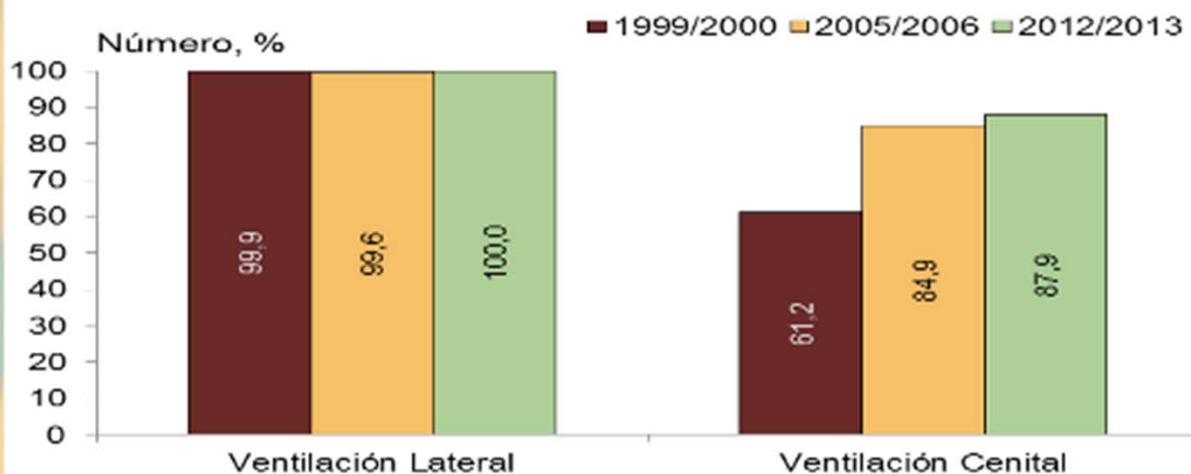
En climas cálidos la ventilación natural es un condicionante esencial del diseño del invernadero



La ventilación natural es el modo más eficaz, sencillo y económico de actuación sobre el clima del invernadero

# Evolución de la incorporación de ventanas en los invernaderos

## Ventilación





E. Medrano y col.

### Eficiencia en el uso del agua Producción comercial / Agua absorbida

	CE Lixiviado	Agua Absorbida	WU E	$\Delta$ WU E
	dS m <sup>-1</sup>	L m <sup>-2</sup>	g L <sup>-1</sup>	%
Testigo	2,6	295	28,2	
Enriquecido	2,4	290	33,5	19

	Agua Absorbida	Agua Aportada	WUE	$\Delta$ WUE
	L m <sup>-2</sup>	L m <sup>-2</sup>	g L <sup>-1</sup>	%
Testigo	153	239	47,9	
Enriquecido	147	202	67,5	41
Diferencia %	-3,9	-15,5		

## Respuesta agronómica a la climatización y a la fertilización carbónica

◆ Multitúnel de arco gótico



### CULTIVO DE PIMIENTO EN INVERNADERO EN ALMERIA

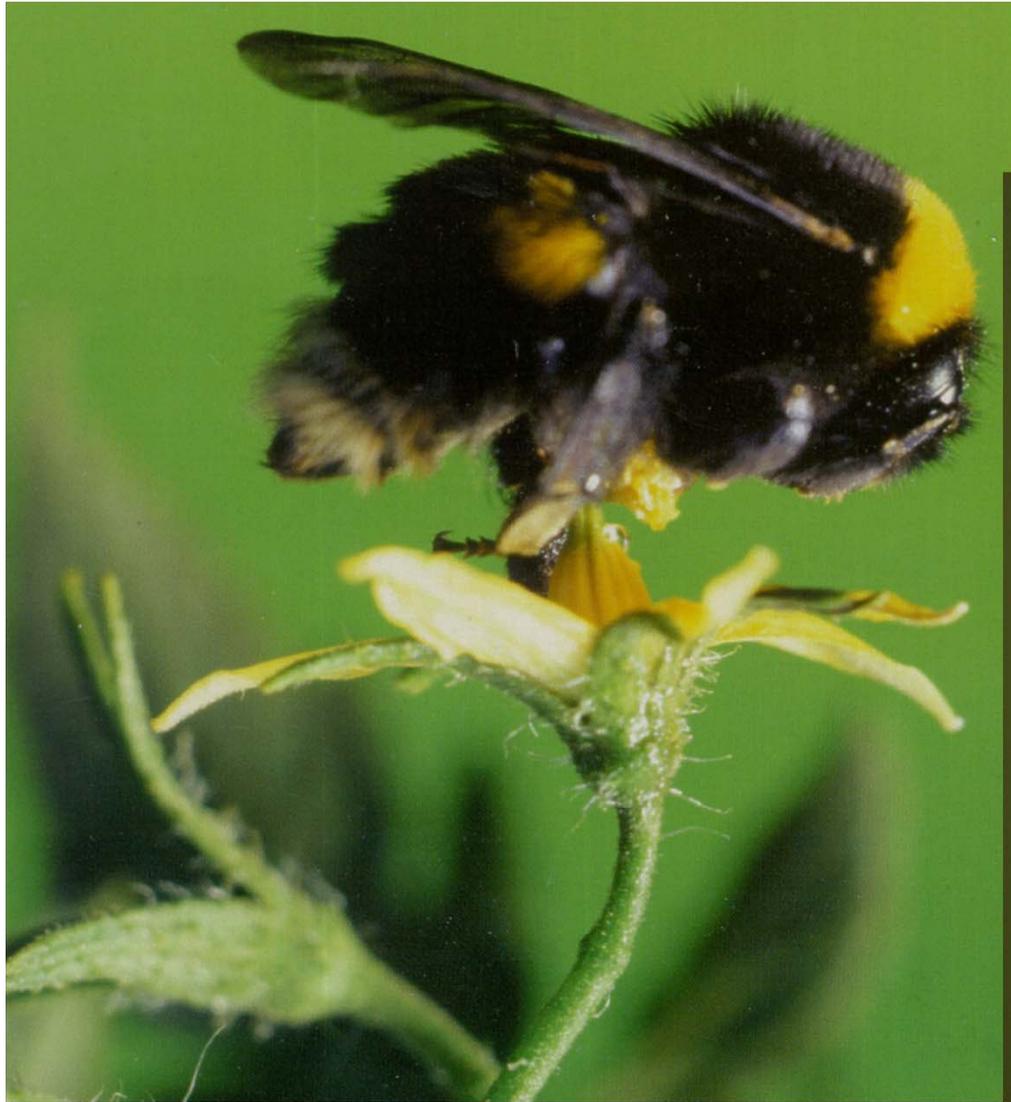
(Ciclo de cultivo de agosto a abril/mayo)

Nivel tecnológico	Producción (Kg/m <sup>2</sup> )	Consumo agua (L/m <sup>2</sup> )	Efic. Hídrica (gr/l)	Consumo energético (Wh/m <sup>2</sup> )	Eficiencia energética (gr/wh)
<b>BAJO</b> Invernadero parral (enarenado, vent. pasiva)	5,9	440	13,41	38,2	154,45
<b>MEDIO</b> (sustrato, control ventilación pasiva)	11,8	529	22,31	173,1	68,17
<b>ALTO</b> (sustrato, nebulización, pantalla ahorro/sombreo, CO <sub>2</sub> , calefacción)	15,8	681	23,20	142149.8	0,11

Lorenzo y col.

**IFAPA**

El uso de fauna auxiliar para la polinización y el control biológico de plagas



**IFAPA**

Control biológico de plagas y enfermedades

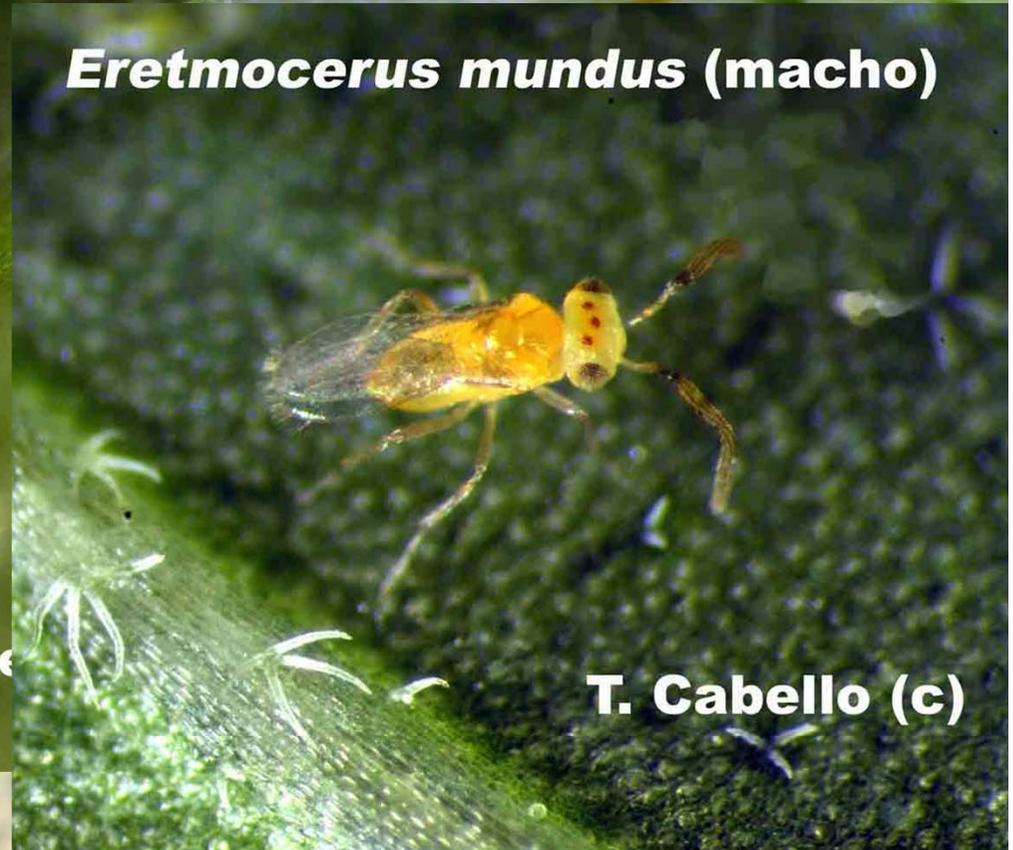
*Nesidiocoris tenuis*



T. Cabello (c)

do un áfido

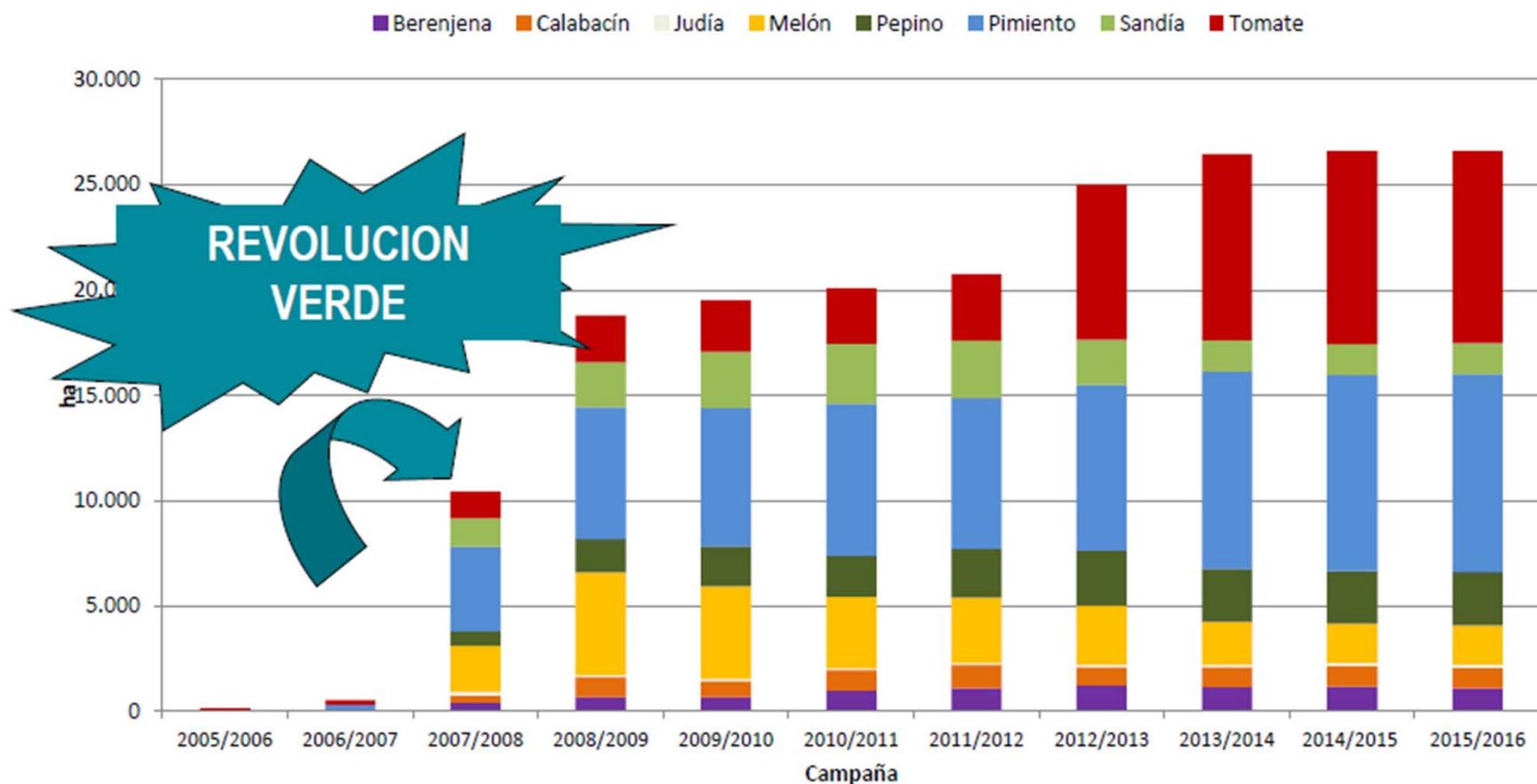
*Eretmocerus mundus* (macho)



T. Cabello (c)

T. Cabello

## EVOLUCIÓN DEL CONTROL BIOLÓGICO EN LOS DIFERENTES CULTIVOS HORTÍCOLAS 2005-2015

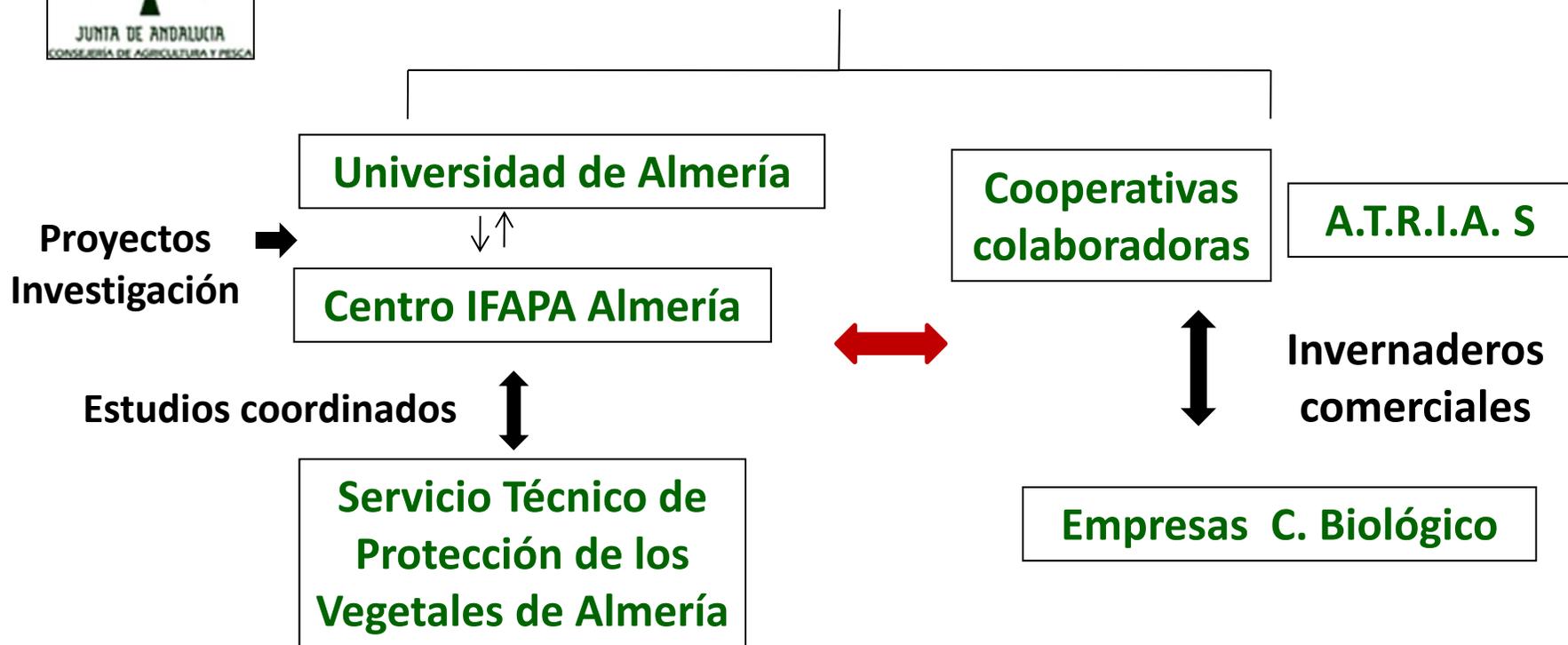


## 2.3. Investigación, proveedores tecnológicos y sector productor: una alianza imprescindible: Ej 1: control biológico

### ➤ Años 80 – principios de los 90



## POTENCIACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE LUCHA INTEGRADA



## 2.3. Investigación, proveedores tecnológicos y sector productor: una alianza imprescindible

---

### Importantes avances en I+D

- Incorporación de **organismos de control** biológico más eficaces en el control de plagas (*A. Swirskii*)
- Identificación de **nuevos enemigos naturales autóctonos** (*N. Tenuis*)
- **Mejores** herramientas tecnológicas (trampas, mallas, estructuras inv.,...)
- **Estrategias de control mejor definidas** para cada cultivo: dosis y momentos de suelta
- **Nuevas materias activas** más selectivas y compatibles con los enemigos naturales



**IFAPA**

## Nuevas amenazas y Nuevos Retos en C. Biológico

- Plagas secundarias en aumento y nuevas especies plaga.
- Selección y cría de entomófagos.
- Control de enfermedades (Oidio, Mildiu..) que interfieren con el éxito del control biológico.



## Nuevas amenazas y Nuevos Retos en C. Biológico

---

- La implantación **C. biológico** ha **reducido la presión de tratamientos** pero han surgido otros problemas fitosanitarios:

### Plagas emergentes:

- Vasates (*Aculop licopersici*)
- Chinche pestosa o verde (*Nezara viridula*)
- Falso gusano del alambre (*Gonocephalum rusticum*)



### Plagas nuevas:

- Chinche verde (*Creontiades pallidus*)
- Cochinillas algodonosas (*Phenacoccus solani...*)
- Especies Pulgones grandes (*Macrosiphum euphorbiae...*)



**Reto I+D: Soluciones para el control biológico de estas especies**

### 3. Retos futuros

#### Ej: Mejores estructuras

#### **INVERSOS/ BIOGREEN (IFAPA- FUND. CAJAMAR-UAL)**

Propuesta de un nuevo prototipo de invernadero:

- Aumenta la producción
- Mejora la calidad
- Permite cultivar todo el año

Mejora la eficiencia en el uso agua, energía y mano de obra



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera  
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL



## Ej.: WATERGY: PROTOTIPO 1

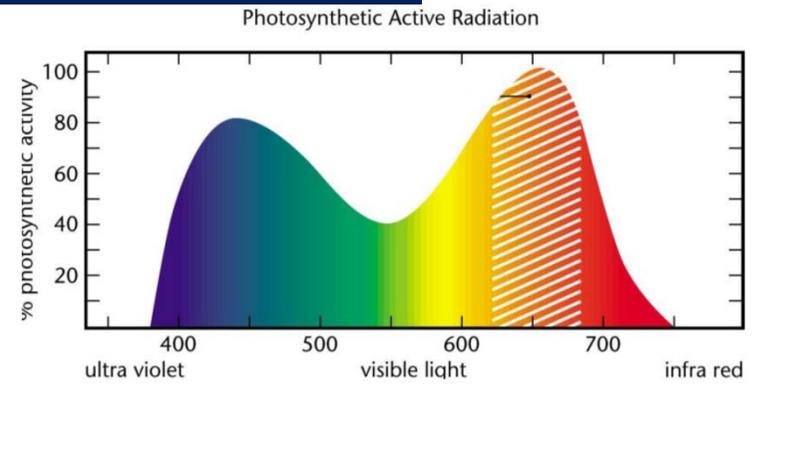


Construido en Estación Experimental de Cajamar.

**IFAPA**

### 3. Retos futuros

#### Ej.: Materiales de cerramiento: Plásticos inteligentes

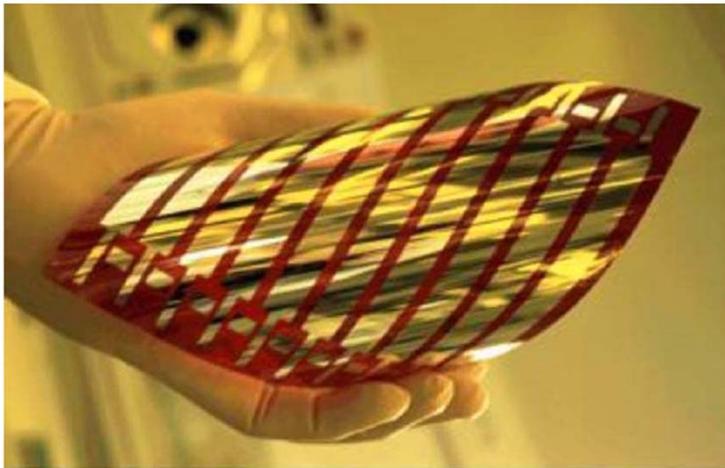


### 3. Retos futuros

---

#### Ej: Solar fotovoltaica

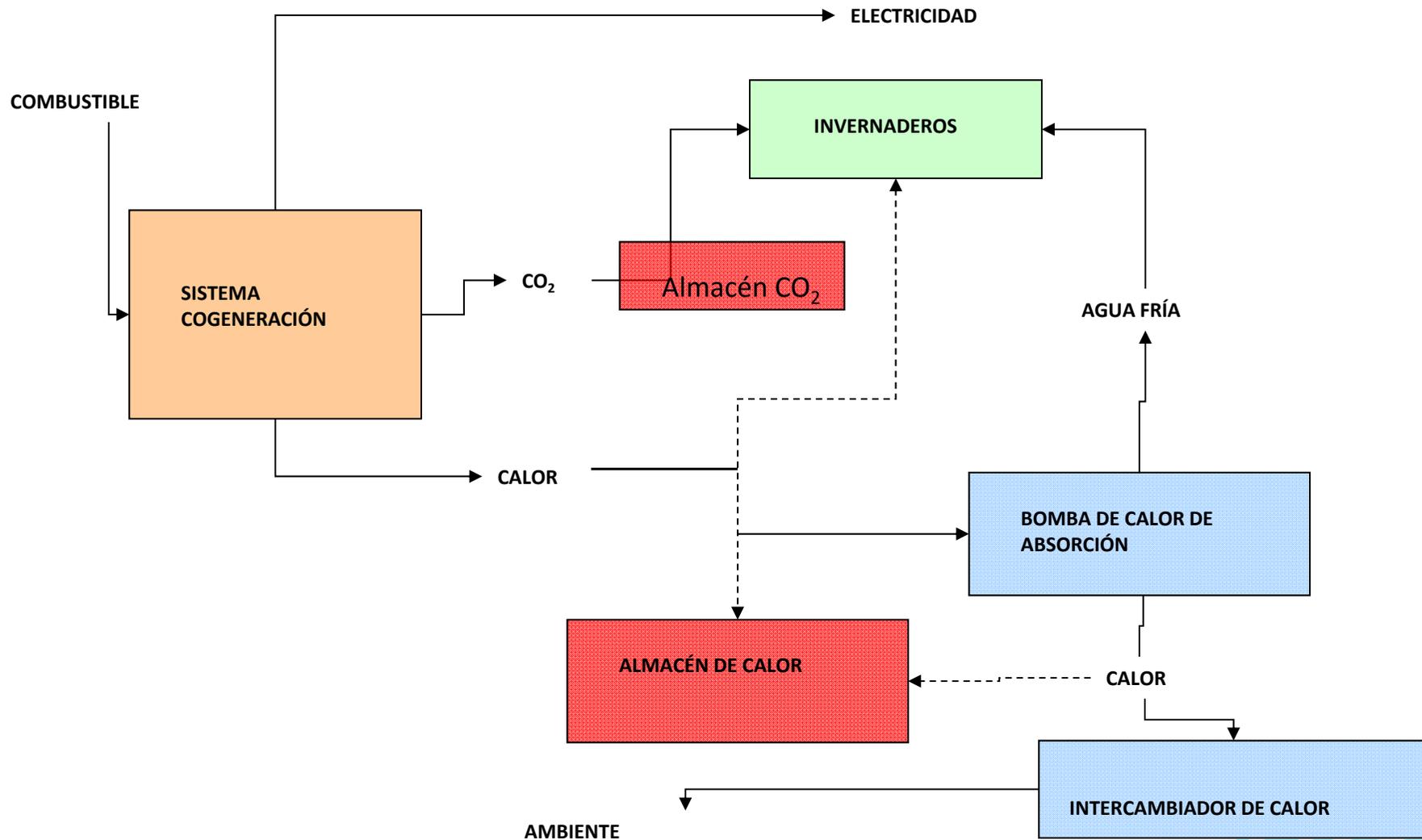
Desarrollo de células semi-transparentes y flexibles de PV y posible aplicación en cubiertas de invernadero



**Plásticos  
fotovoltaicos**

### 3. Retos futuros

## ¿COGENERACIÓN CON GENERACIÓN DE AGUA FRÍA A PARTIR DEL CALOR RESIDUAL (TRIGENERACIÓN)?



### 3. Retos futuros

## PROGRAMACIÓN DEL RIEGO Y LA NUTRICION MEDIANTE SENSORES (REMOTOS) DE PLANTA Y SUELO



Adaptación del riego a las  
características individuales de cada cultivo  
e invernadero



**Gracias por su atención**

[www.ifapa.es](http://www.ifapa.es)  
[www.servifapa.es](http://www.servifapa.es)