

# Uso eficiente del agua en riego



## SIMARBC

Dr. Jesús Salvador Ruiz Carvajal. Facultad *Ingeniería y Negocios San Quintín*

Dr. Roberto Soto Ortiz. *Instituto de Ciencias Agrícolas. UABC*

# Agricultura en zonas áridas

Mayor Evaporación

Menor precipitación

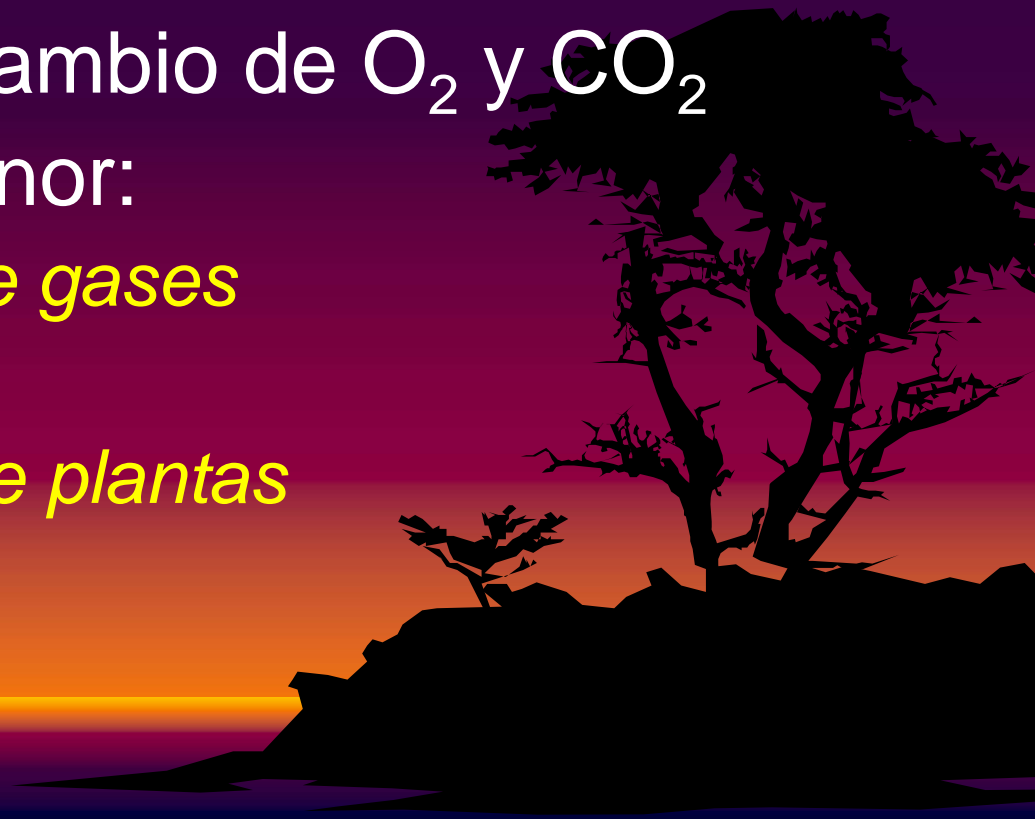
# Factores Limitantes Críticos en Agricultura de zonas áridas

- Manejo del Agua
- Nitrógeno
- Genética de Plantas



# Estrés hídrico

- Planta inicia deficiencia de agua
- Células guardián cierran los estomas
- Bajando el intercambio de  $O_2$  y  $CO_2$
- Esto provoca menor:
  - *Intercambio de gases*
  - *Fotosíntesis*
  - *Crecimiento de plantas*
  - *Rendimientos*



# Distritos de Riego

Donde existe abundancia del recurso hay:

- *Desperdicio*
- *Exceso de humedad en el suelo*
- *Menor aireación del sistema radicular*
- *Reducción de rendimientos*
- *Disponibilidad futura del agua.*

# Objetivos de la eficiencia

- Eficiencia Agronómica
  - Insumos – Respuesta
- Eficiencia Económica
  - Costos de producción – ingreso (neto)
- Eficiencia Ambiental
  - Impacto a corto a largo plazo.



# Restricción del recurso

Poner atención en:

- *La eficiencia de su uso*
- *Producción del cultivo*
- *Medición de la transpiración*

(Bierhuizen y Slater, 1965; Tanner y Sinclair, 1983)



# Uso Eficiente del Agua

*Walker, Richardson y Sevebeck (1991)*

- Significa aprovechar mejor el recurso agua y
- Asegurar mayor eficiencia de su uso



# Uso Eficiente del Agua

*Pearse y Tate (1991)*

- Cualquier medida que reduzca la cantidad de agua que se utiliza por unidad de cualquier actividad y,
- Que favorezca:
  - *El mantenimiento o*
  - *Mejoramiento de la calidad de agua*



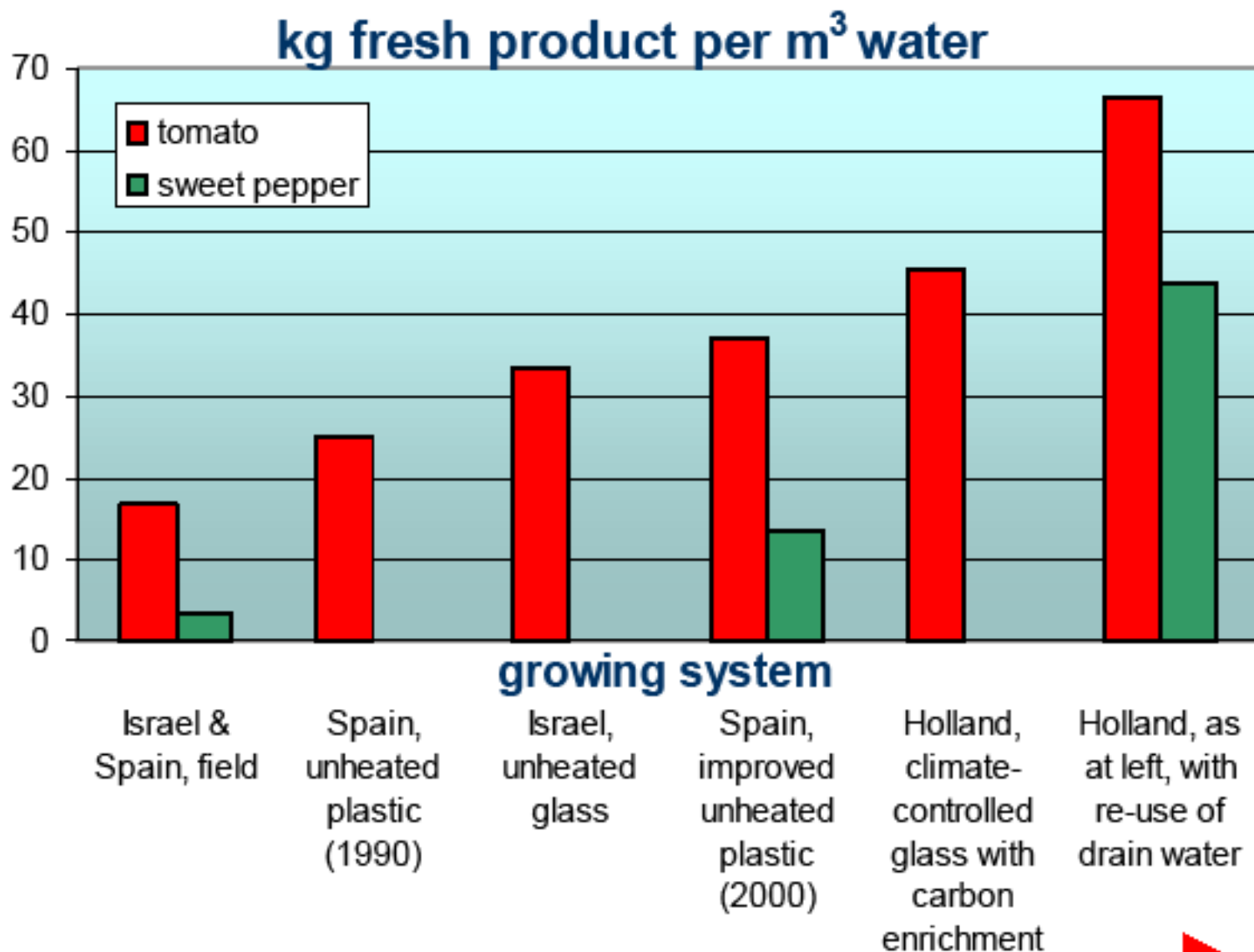
# Uso Eficiente del Agua

*Baumann (1979)*

- Cualquier reducción o prevención de pérdida del agua que sea benéfico para la sociedad.
- *Suma importancia para la “Conservación”*



# Eficiencia del uso del agua **aumenta con...**



**controla creciente de los factores productivos**



# Eficiencia en el uso del agua (EUA) (Criterio global)

Es el resultado de la eficiencia en:

- *El almacenamiento*
- *La conducción*
- *El sistema de distribución,*
- *La eficiencia de aplicación*
- *La eficiencia en el uso de agua por la planta.*



<b>Criterio de mejora de UEA</b>	<b>Opción</b>
<b>Agronómico</b>	<b>Manejo de cultivo acorde a la demanda</b> <b>Reducción de evaporación</b> <b>Variedades mejoradas</b>
<b>Ingeniería</b>	<b>Sustitución de tuberías</b> <b>Reparación de fugas</b> <b>Dotación volumétrica</b> <b>Asistencia técnica en UEA</b>
<b>Manejo</b>	<i><b>Calendario de riegos acorde a demanda</b></i> <i><b>Provocar déficit de demanda de agua</b></i> <i><b>Calculo de fracción de lavado</b></i>
<b>Institucional</b>	<b>Control de las autoridades</b> <b>Toma de decisiones</b> <b>Manejo de la oferta</b> <b>Manejo de la demanda (Walker et al., 1991)</b>

# Calendarización de sistemas de riego basados en el clima

Bases: Ley de la oferta y la demanda

- **Demanda**

- Evapotranspiración de Referencia ( $ETo$ )

- **Oferta**

- Coeficiente del cultivo ( $Kc$ )
  - Habilidad de las plantas para satisfacer la  $ETo$



# Cambios en oferta y demanda

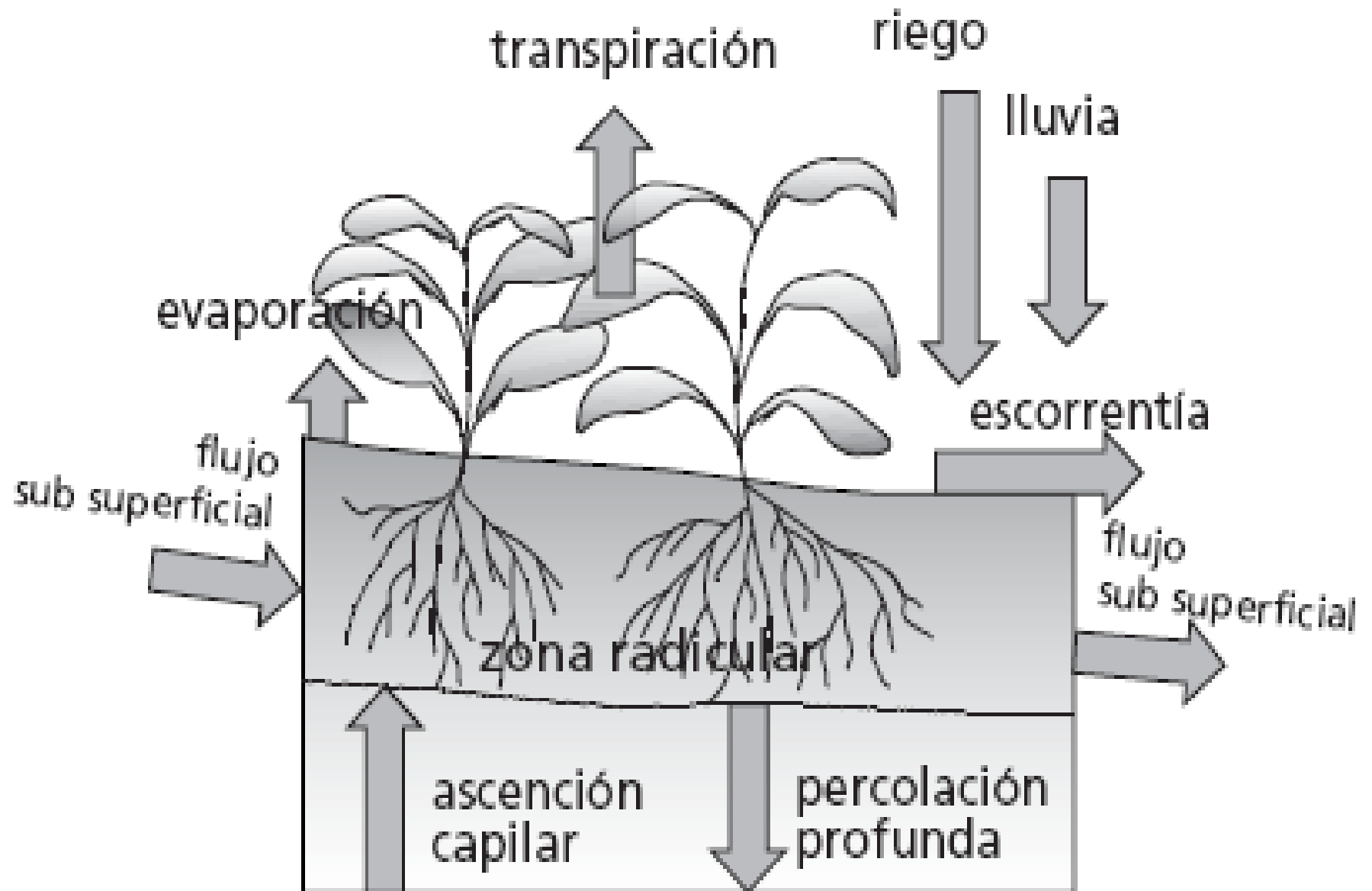
## Factores que aumentan la demanda

- Incremento directo de la demanda.
- Mayor competencia por el recurso

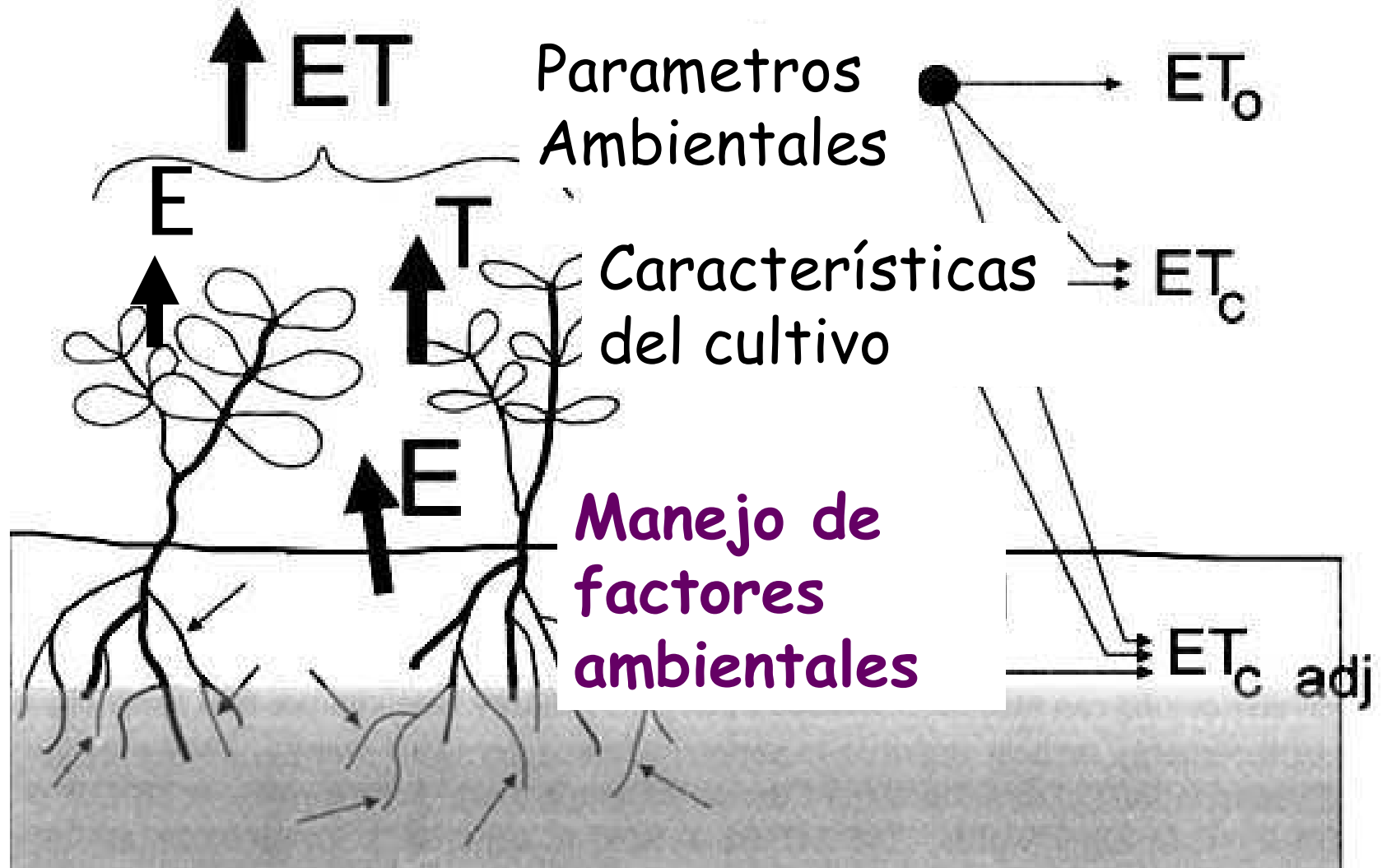
## Factores que afectan la oferta

- *Disminución de la capacidad constructiva.*
- *Deterioro*
- *Contaminación*
- *Cambio climático*

FIGURA 6  
Balance de agua en el suelo de la zona radicular



# Modelo de Evapotranspiración



**Cuadro 1.** Uso eficiente del agua de algunos alimentos (fuente: OECD, 1998)

<b>Alimento</b>	<b>Litros de agua por kg de peso seco</b>
Papas	500
Trigo	900
Sorgo	1100
Maíz	1400
Arroz	1900
Soya	2000
Tomate ( <i>en campo</i> )	1000
Pollo	3500
Carne	20 000-100 000

# Manejo del Agua

- **Optimizar el Uso Consultivo del Cultivo (UC)**
  - Evaporación (suelo)
  - Transpiración (cultivo)
  - ET (evapotranspiración)
- **Necesidades de Lixiviación**
  - Manejo de la salinidad.
  - Sistemas de producción agrícola bajo riego
  - Regiones Áridas y Semiáridas.
- **Varia de:**
  - *Lugar a lugar.*
  - *Cultivo a cultivo.*



# Uso eficiente del agua

UEA = Rendimiento por unidad de área  
Agua usada para producir rendimiento

Formas:

- Evaporación del suelo
- Transpiración
- Escorrentía neta
- Percolación profunda

***“PRODUCCION DE  
BIOMASA POR  
UNIDAD DE AGUA  
PERDIDA DEL SUELO”***

# Eficiencia de transpiración

- La proporción de materia seca fijada en relación con el agua transpirada se denomina:

**“Eficiencia de transpiración”.**

- Es afectada principalmente por factores genéticos.



# Uso de Agua - Eficiencia

Uso Consuntivo (UC): 91 cm de agua

## Eficiencia del Riego:

80% - 114 cm.

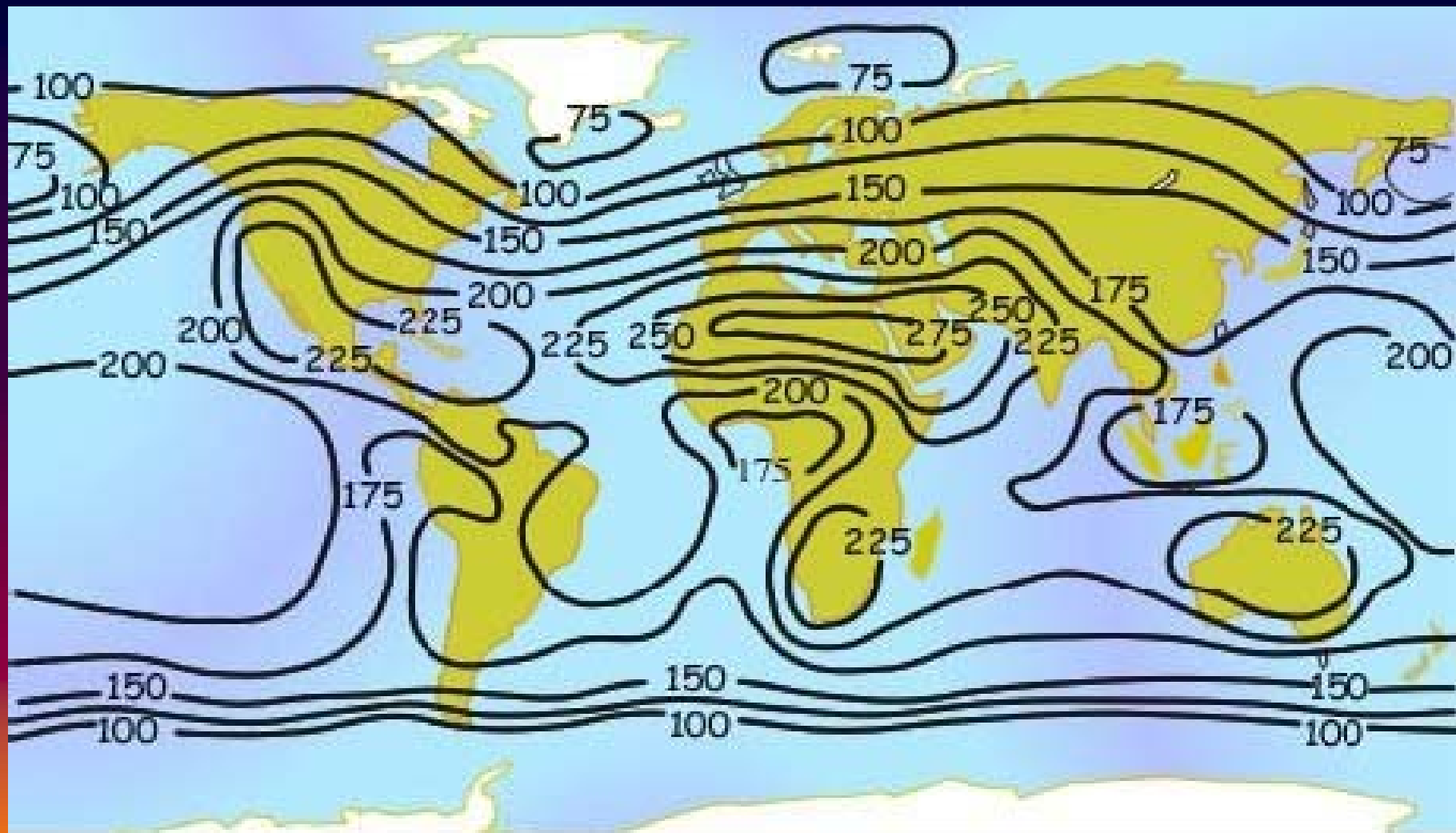
70% - 130 cm.

60% - 152 cm.

50% - 182 cm.



**Figura 5.- Mapa mundial de radiación solar.-**

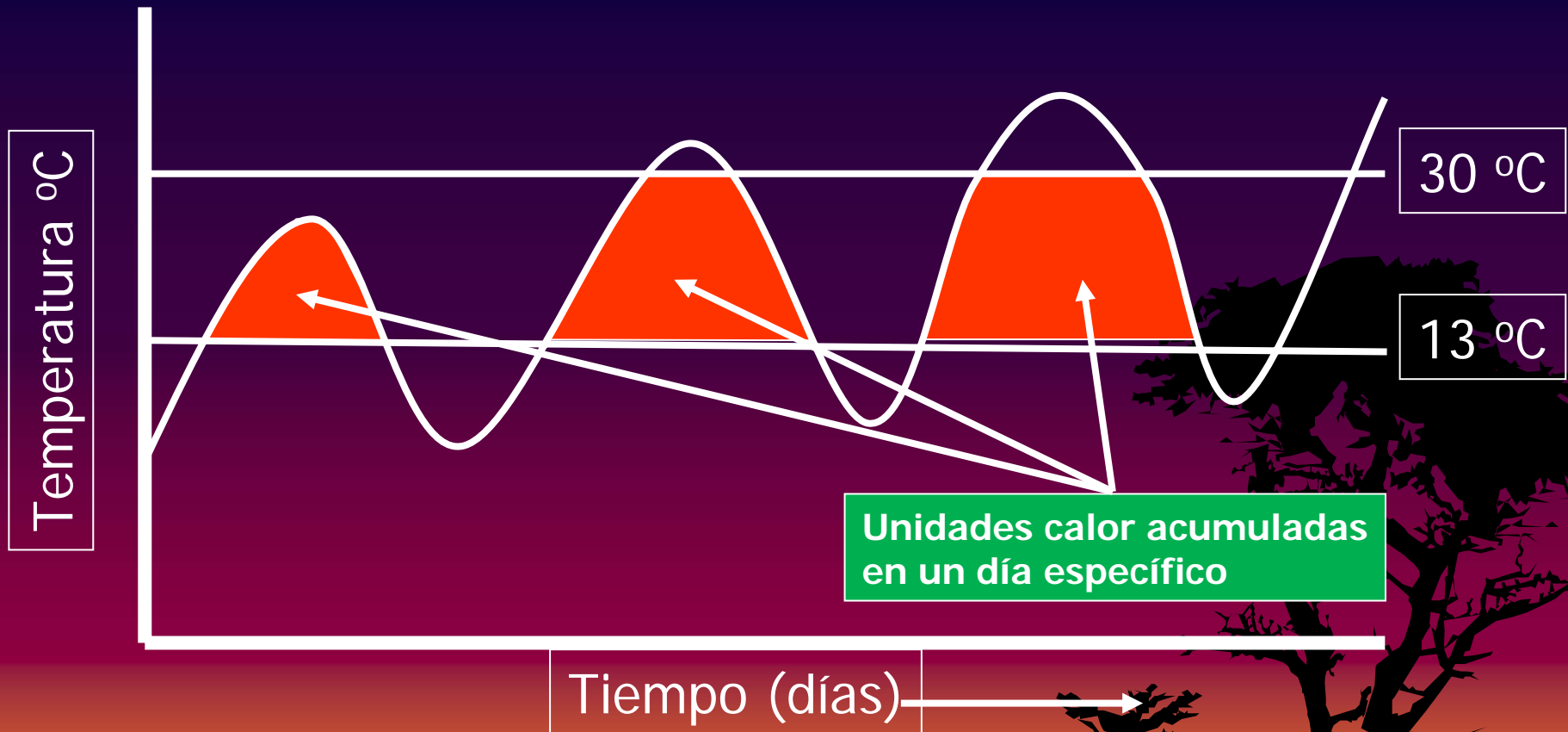


**La media global es de 170  $W/m^2$ .**

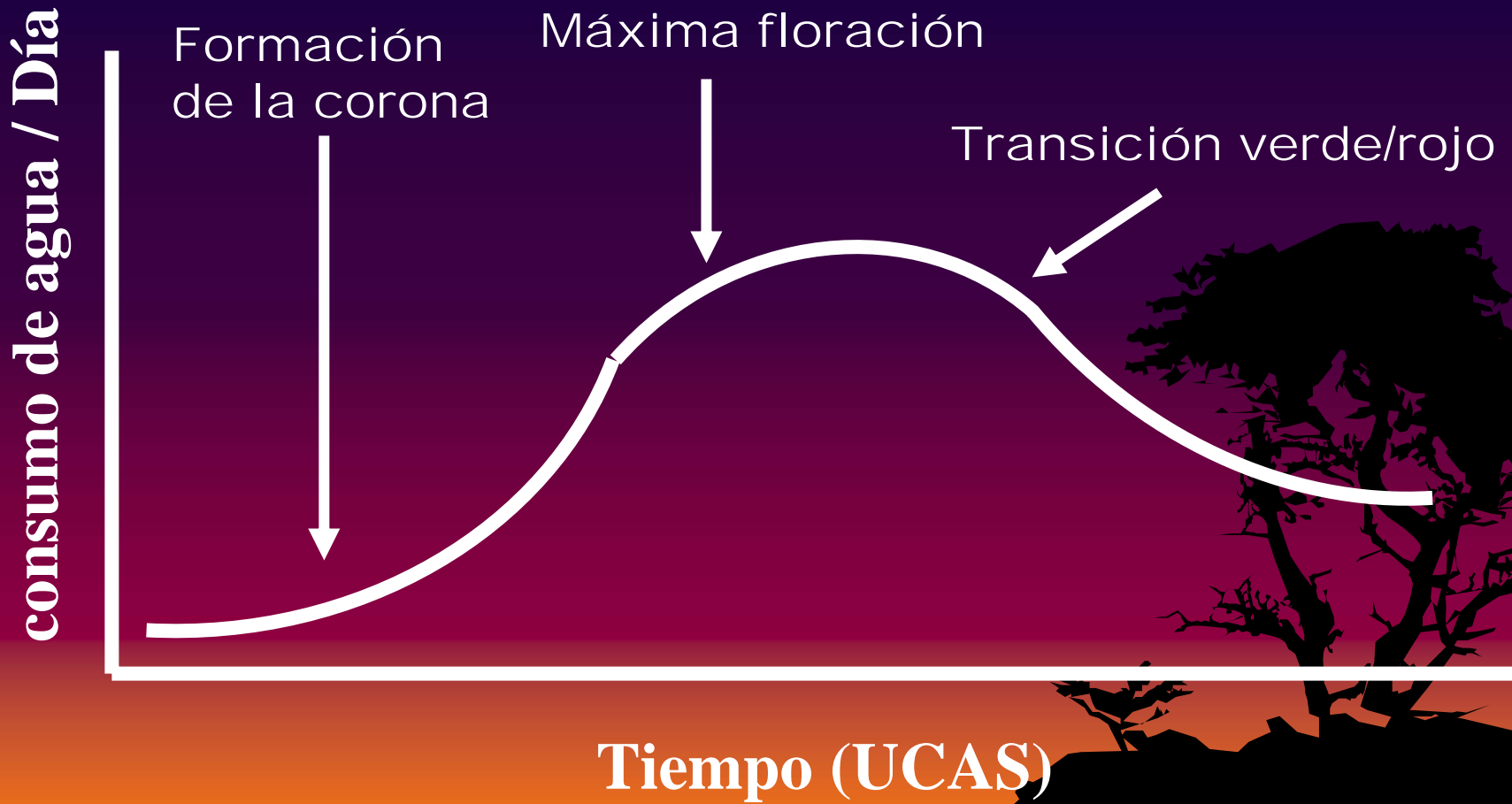
# Exigencias de temperaturas para distintas especies en °C

	<b>Tomate</b>	<b>Pimiento</b>	<b>Berenjena</b>	<b>Pepino</b>	<b>Melón</b>	<b>Sandia</b>
T mínima letal	0-2	(-1)	0	(-1)	0-1	0
T mínima biológica	10-12	10-12	10-12	10-12	13-15	11-13
T optima	13-16	16-18	17-22	18-18	18-21	17-20
T máxima biológica	21-27	23-27	22-27	20-25	25-30	23-28
T máxima letal	33-38	33-35	43-53	31-35	33-37	33-37

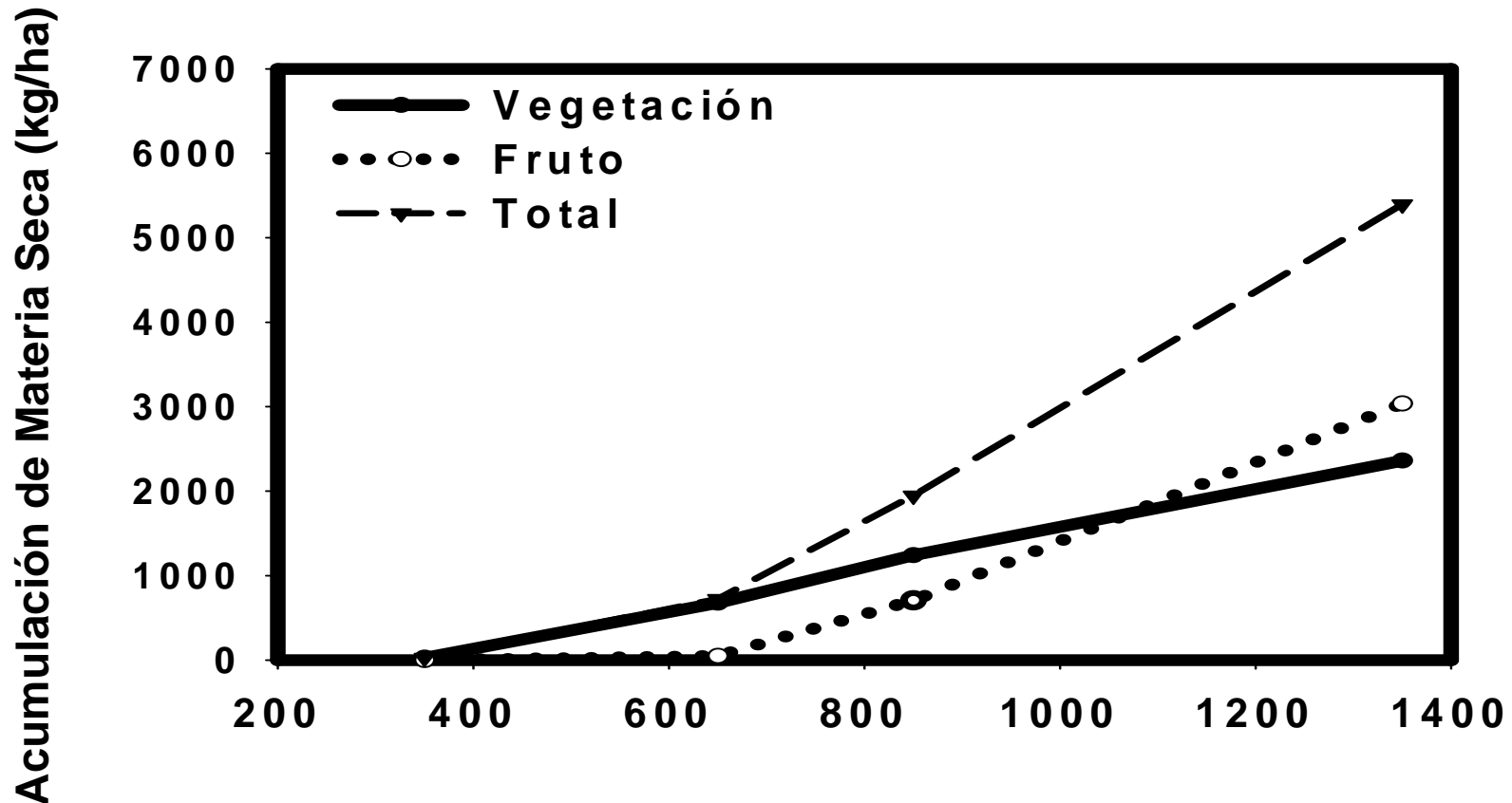
# Concepto de Unidad Calor



# Uso Consuntivo - Chiles



# Acumulación de Materia Seca de Melón en 25 localidades en AZ, 2003-2005.



Unidades Calor Acumuladas después de la siembra (UCAS 30/13 °C)  
2003-2004 Tendencia en la acumulación de materia seca  
en melón en función de UCAS, AZ.

# Usando a Penman-Monteith

**Los modelos de:**

**Stanghellini y  
Flynn**

**Se desarrollaron  
para condiciones  
de invernadero.**

# Diversos experimentos en Invernaderos

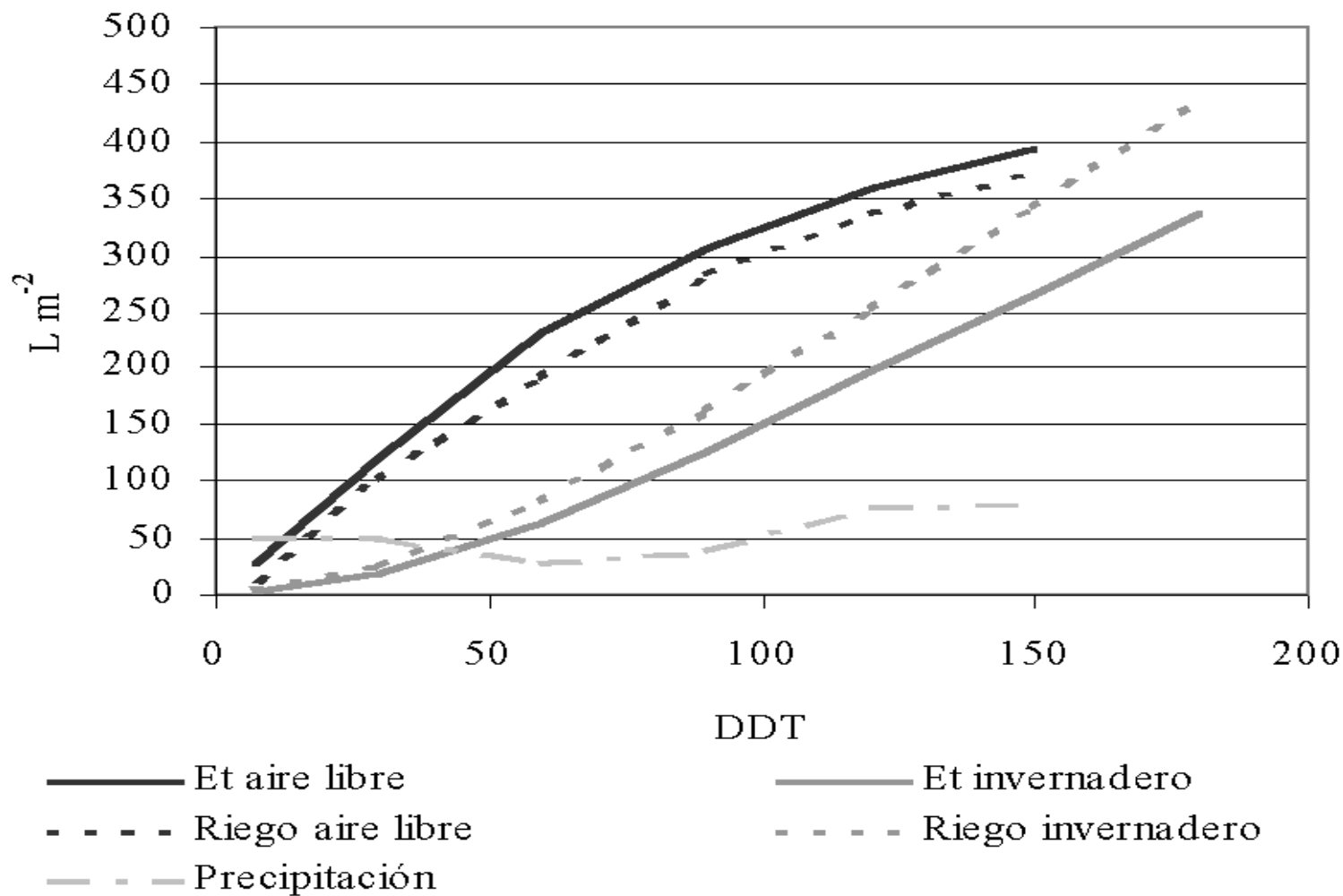
*Stanghellini (1992)*



Muestran que la evapotranspiración en invernadero

se reduce un 70% respecto a la del aire libre, y

La eficiencia en el uso del agua aumenta un 50 %.



**Figura 2. Evapotranspiración, riego y precipitación para un cultivo de tomate en invernadero y al aire libre.**

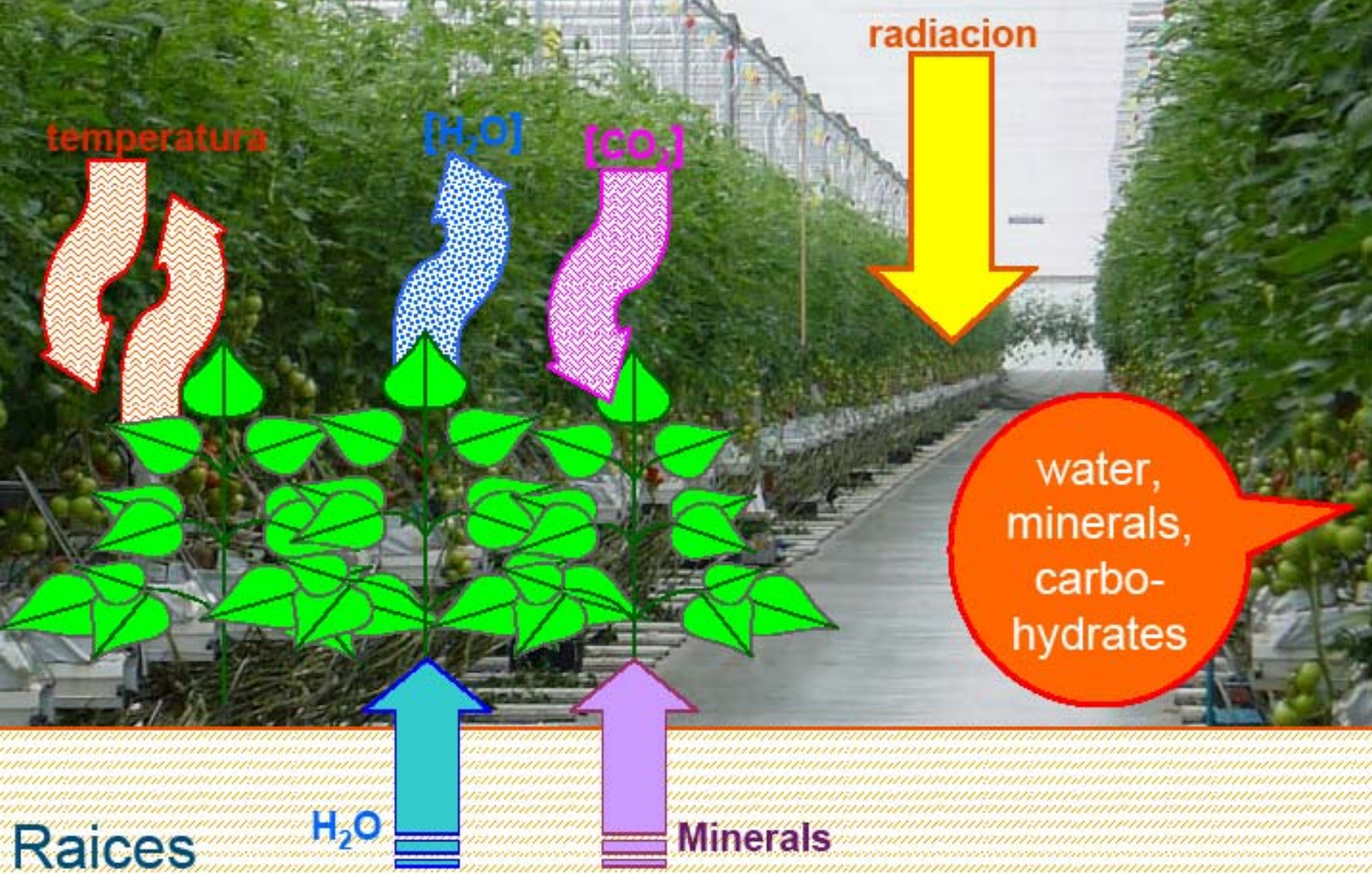
# Conclusiones del experimento

## Antón *et al.*, 2007

Cultivo	ETc acumulada L/m <sup>2</sup>	UEA g/L	Producción Kg/m <sup>2</sup>
Tomate en sustrato en invernadero	336.5	44.6	15
Tomate a cielo abierto	392.4	20.4	8

# Manejo de los factores productivos?

Aire



# Donde conseguir datos meteorológicos?

- Existe un sistema de Información del Manejo del riego en Baja California.

## **SIMARBC**

- Red de estaciones meteorológicas a lo largo del estado.



# Conclusión: Producción en Invernaderos

Generalmente tiene  
mayores UEA que la  
producción a cielo  
abierto.

5 +

# Conclusión

- Para producir el doble de alimento que se requerirá en los próximos 30 años en el mundo, la agricultura tendrá que incrementar por mucho su:

**“USO EFICIENTE  
DEL AGUA”.**



# Conclusión

- Promover investigación:
  - *Calidad del agua de riego*
  - *Física del suelos*
  - *Efectos ambientales del uso eficiente del agua*





**Preguntas?**

**Comentarios**