



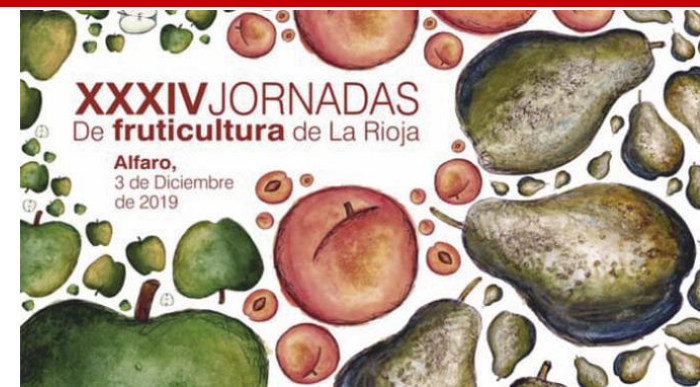
# Claves para obtener manzanas de calidad y con **buena coloración** en un contexto de cambio climático

upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**Carlos Miranda** ([carlos.miranda@unavarra.es](mailto:carlos.miranda@unavarra.es))

Grupo de Investigación **FRUTICULTURA Y VITICULTURA AVANZADAS**  
Departamento de Agronomía, Biotecnología y Alimentación  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos  
Campus de Arrosadía, 31006 Pamplona



SOCIEDAD

## España se ha calentado 1,57 grados desde 1965

SERVIMEDIA 29 NOV. 2019 - 11:59



Imagen de un termómetro situado en la zona de Ollerías de Córdoba que marcaba 52º a las 18.00 horas de la tarde del 30 de agosto de 2006. EFE

La temperatura media de España ha aumentado 1,57 grados en poco más de medio siglo, concretamente desde 1965, y el incremento térmico promedio en las capitales de provincia se ha elevado prácticamente un grado durante las tres últimas décadas.

“

*El calor nocturno también ha jugado un papel importante en aumentar el promedio mundial de temperatura para el mes de julio.*

El calor nocturno también ha jugado un papel importante en aumentar el promedio mundial de temperatura para el mes de julio. Gran parte del calor de Europa llega vía incursiones de aire cálido desde el norte de África, pasando por parte de España hacia Europa Central y Escandinavia.

## Expansión

TU TIEMPO &gt; ACTUALIDAD

INFORME CLIMATOLÓGICO DE LA NOAA



## España registra el octubre más cálido desde 1880 debido al calentamiento global

Este año está siendo el segundo más cálido en la superficie de la Tierra desde que la serie histórica de temperaturas globales comenzara en 1880, al registrar 0,94°C más de lo normal entre enero y octubre, un valor sólo superado en 2016.

VERANO

EL MUNDO

## Ola de calor en Europa: temperaturas extremas en Francia, Reino Unido y Alemania

En Londres hay tres desaparecidos después de bañarse en el Támesis. En Francia 80 departamentos están en alerta y en Alemania hospitales y geriátricos se preparan para adoptar medidas excepcionales

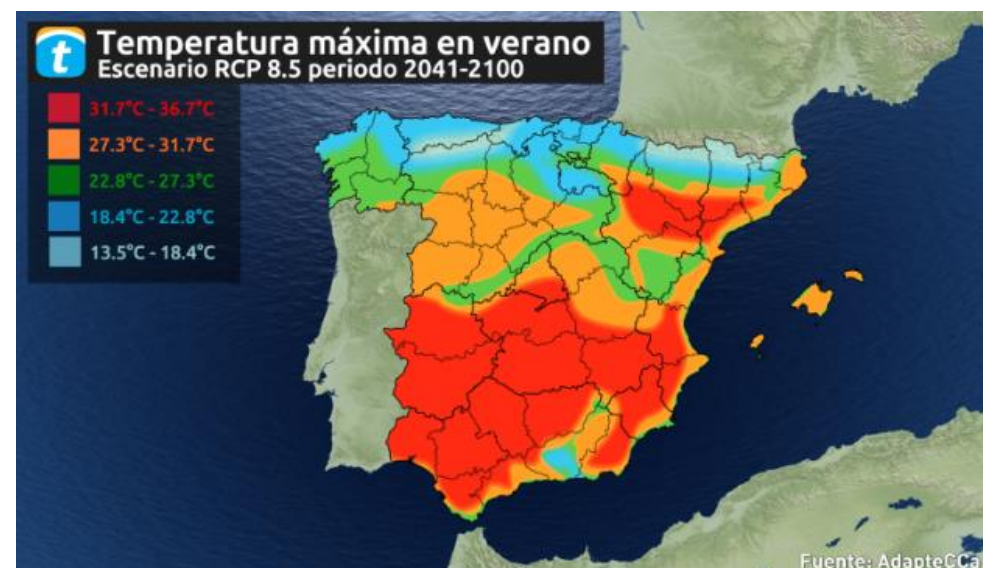
Cambio Climático | 5 de agosto de 2019

# Así serán nuestros veranos en el año 2050

## Madrid con el clima de Marrakech

Según un último estudio publicado en la [revista PlosOne](#) por científicos del Instituto Federal Suizo de Tecnología de Zúrich la capital de España, **Madrid, podría tener en el año 2050 el mismo clima de Marrakech** (Marruecos) mientras que **Barcelona podría tener temperaturas similares a las que ahora se dan en Adelaida** —capital del estado de Australia Meridional.

En Sevilla la temperatura máxima hasta la fecha registrada se dio en un mes de julio con 46.7°C. En 2050 podrían alcanzarse, en el peor de los escenarios de cambio climático, **valores extremos en las olas de calor veraniegas de hasta 50°C**, algo que también podría ocurrir en otra de las zonas más cálidas de España: el valle del Ebro.



YOU'RE READING



# How climate change could kill the red apple

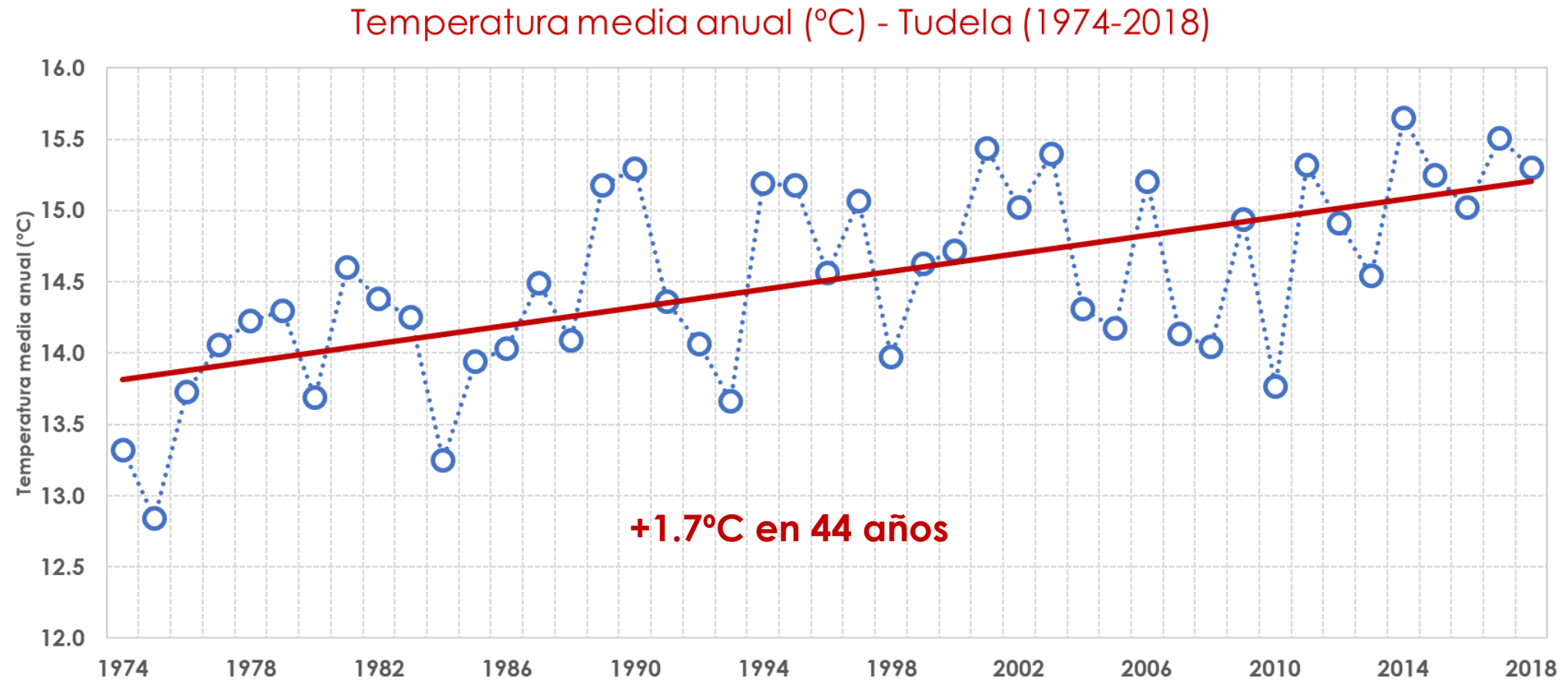
• TASTE OF TOMORROW • FOOD



By **Veronique Greenwood**  
20th November 2019

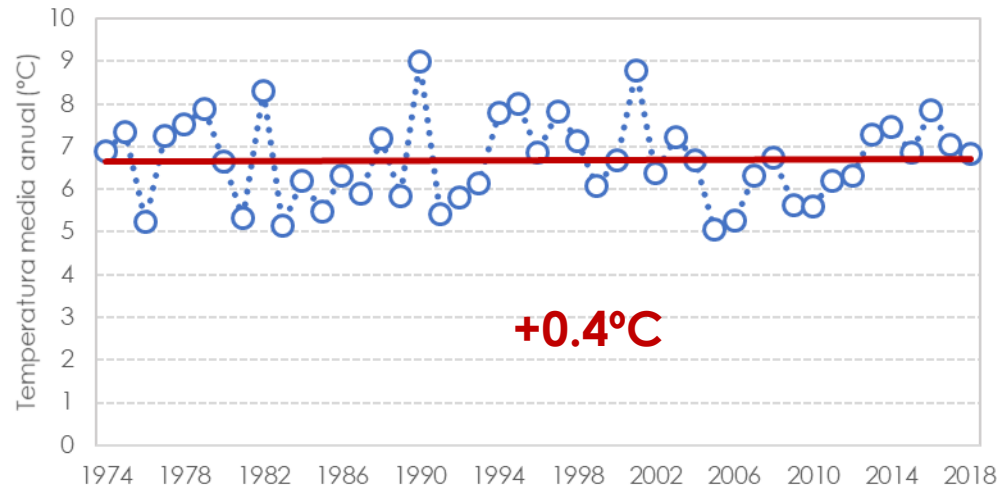
**Humans have favoured red apples for generations, but rising temperatures could spell the end of a rosy red treat.**

¿Qué ha pasado en nuestra zona?

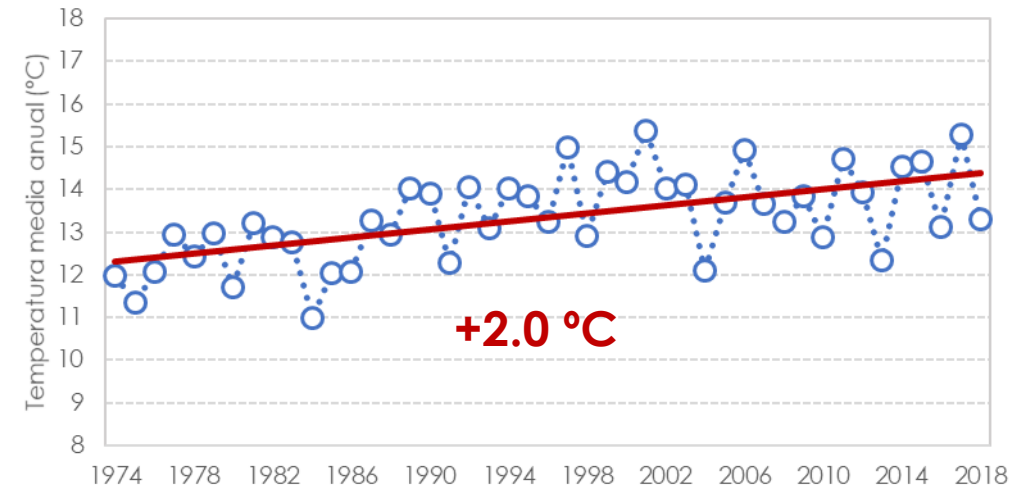


## Pero el cambio no ha sido igual para todas las estaciones

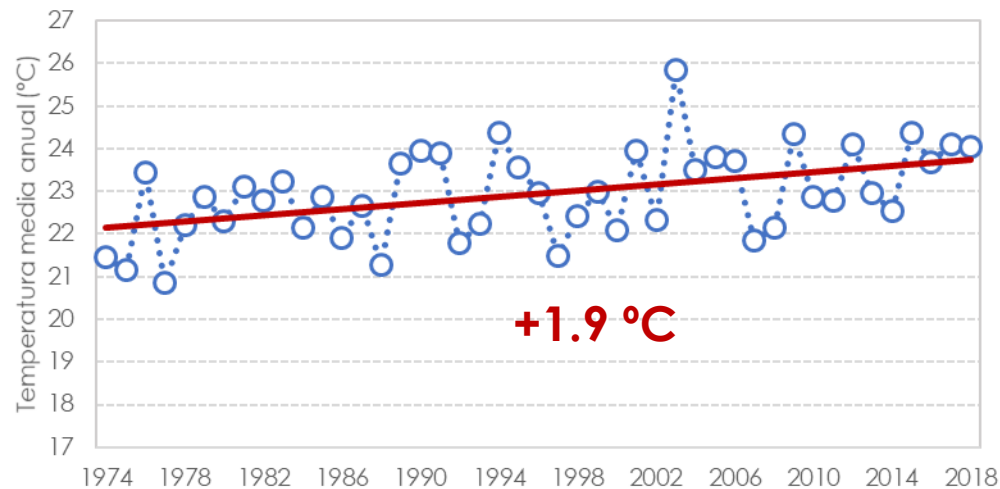
T media en invierno (Dic-Feb)



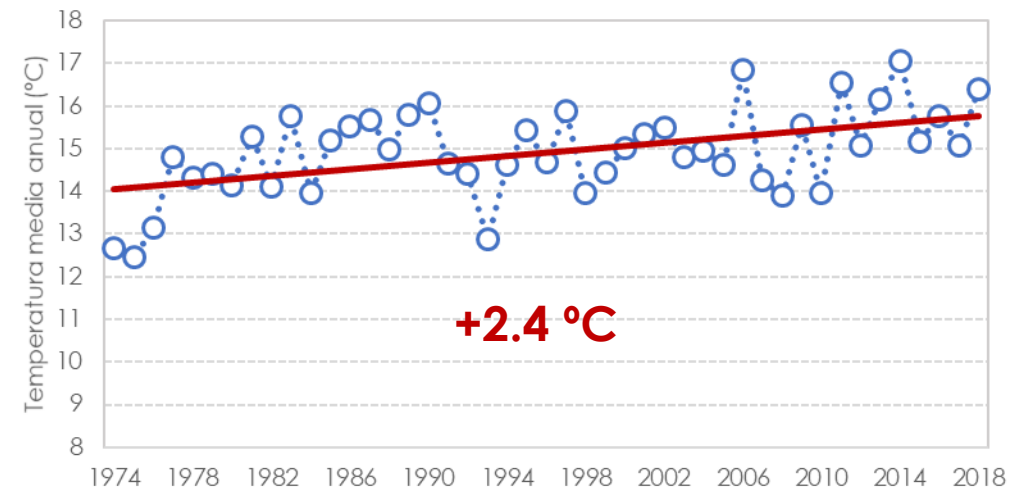
T media en primavera (Mar-May)



T media en verano (Jun-Ago)



T media en otoño (Sep-Nov)



Y este calentamiento, ¿cómo afecta a la calidad de la manzana?

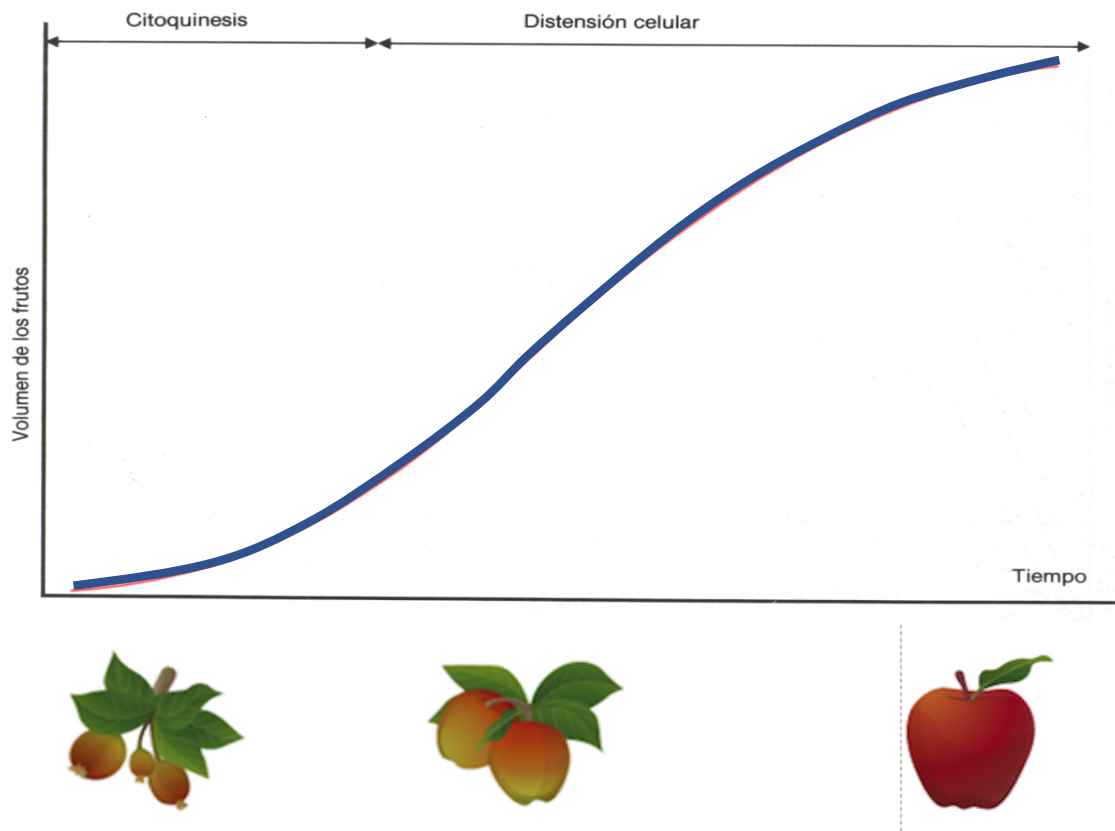
**Tamaño del fruto**

**Forma del fruto**

**Época de recolección**

**Parámetros de calidad**

- Firmeza
- Textura
- Azúcares
- Acidez
- Vitrescencia
- Golpe de sol
- **Color rojo**



Velocidad de crecimiento (mm/día) en el primer mes (Warrington et al, 1999)

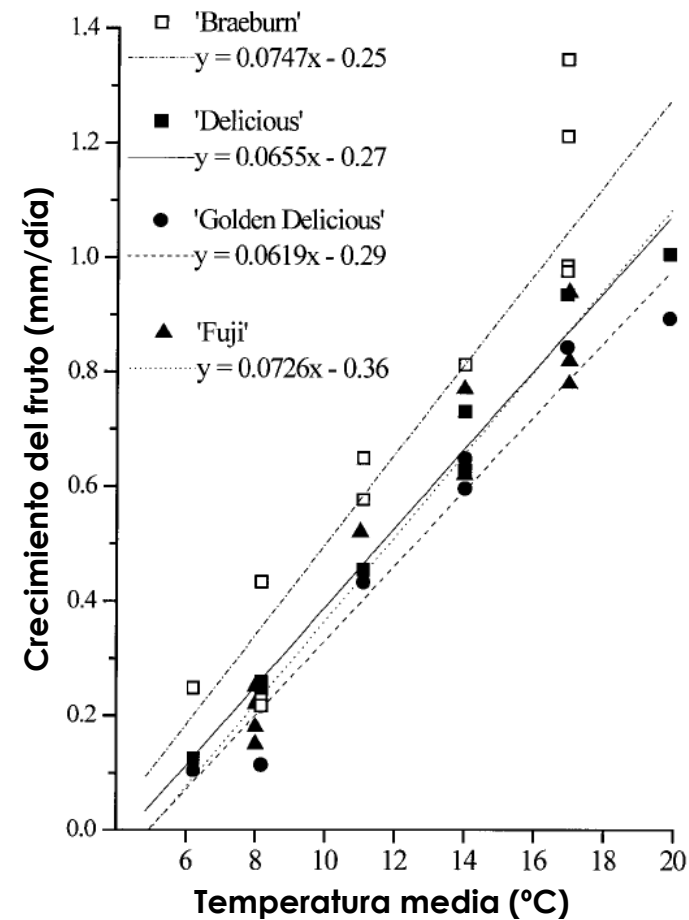


Fig. 3. Mean fruit expansion rate from 10–40 DAFB, for four apple cultivars, plotted against mean of the maximum/minimum temperature regime imposed in the same period under controlled environment conditions in three studies from 1993–94 through 1996–97.

## Forma del fruto

Muy sensible a las altas temperaturas, los frutos son **más achatados** con temperaturas cálidas  
Las noches frescas en primavera estimulan la producción de giberelinas en el fruto.

Golden Delicious



Cálido

Fresco

Red Delicious

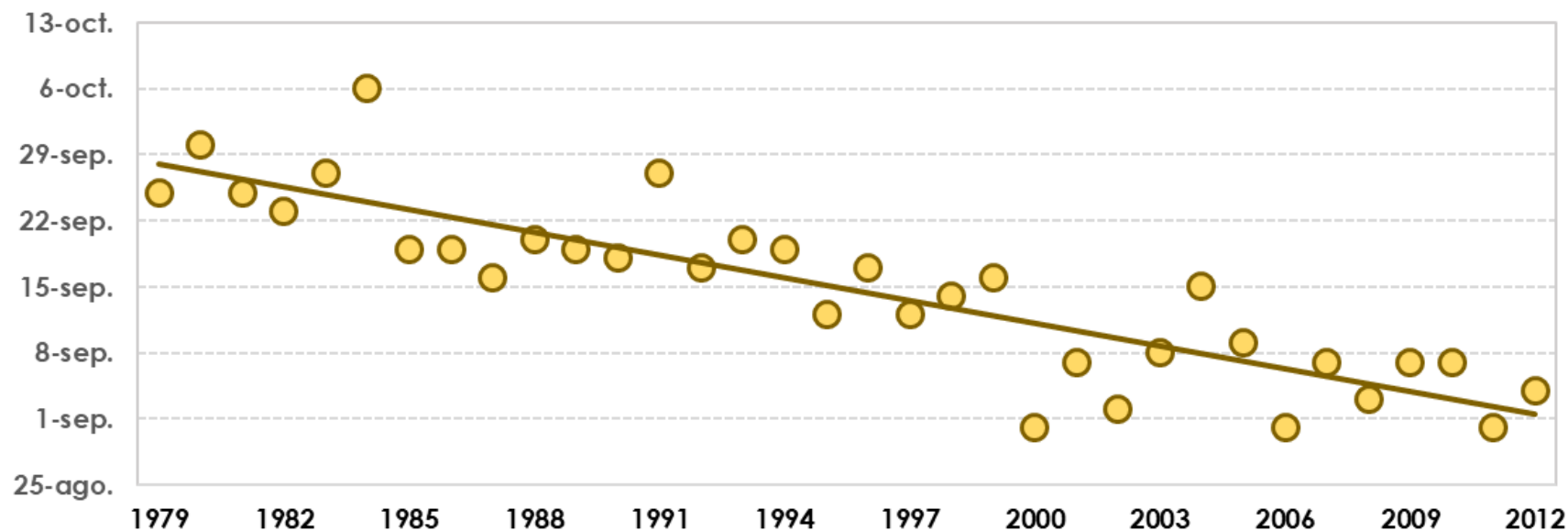


Fresco

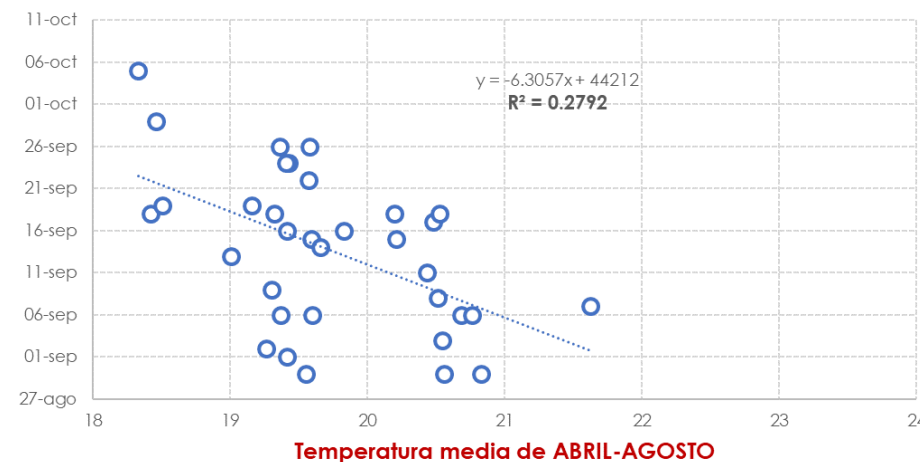
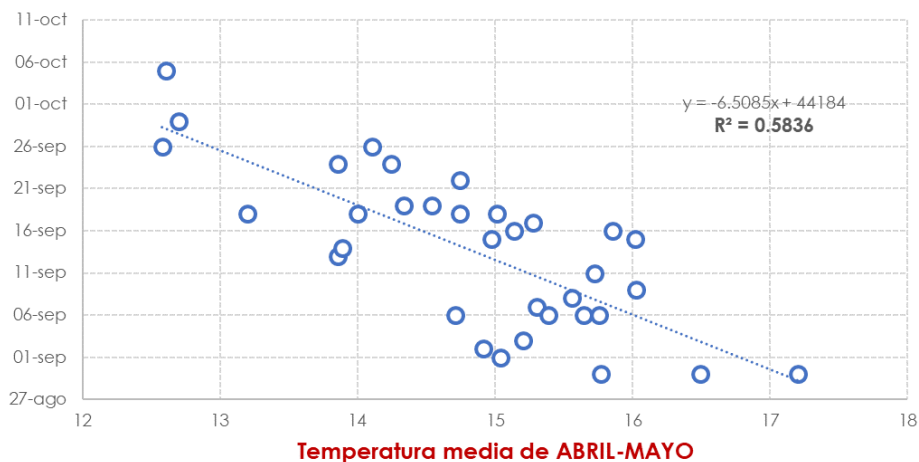
Cálido

Muy influida por las temperaturas, especialmente las de la fase inicial (50 días tras floración)

Inicio de recolección de GOLDEN en Tudela (1979-2012)



Fuente: Alberto Miranda



### Alta influencia sobre el sabor y la textura del fruto

- Menos firmeza y acidez
- Cambia el sabor y la textura

LA VANGUARDIA

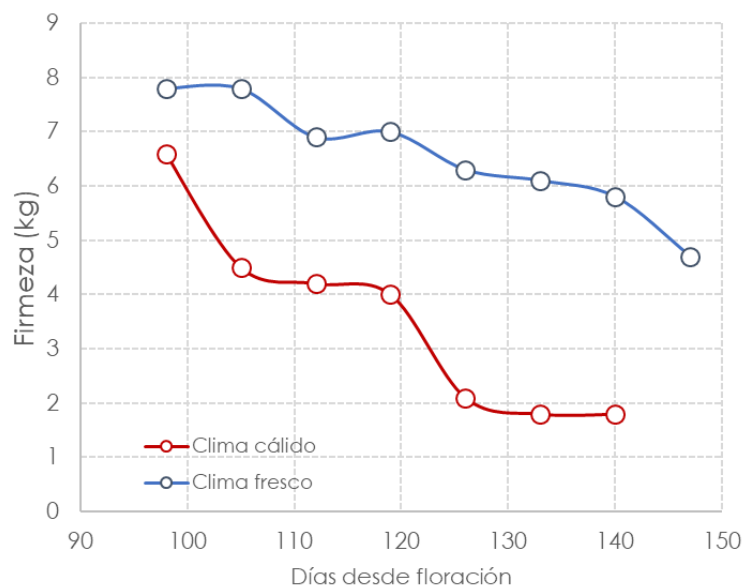
### El cambio climático modifica el sabor y la textura de las manzanas

• Un estudio de la Organización Nacional de Agricultura y de Investigación Alimentaria de Japón muestra la degradación sufrida por esta fruta en las últimas cuatro décadas

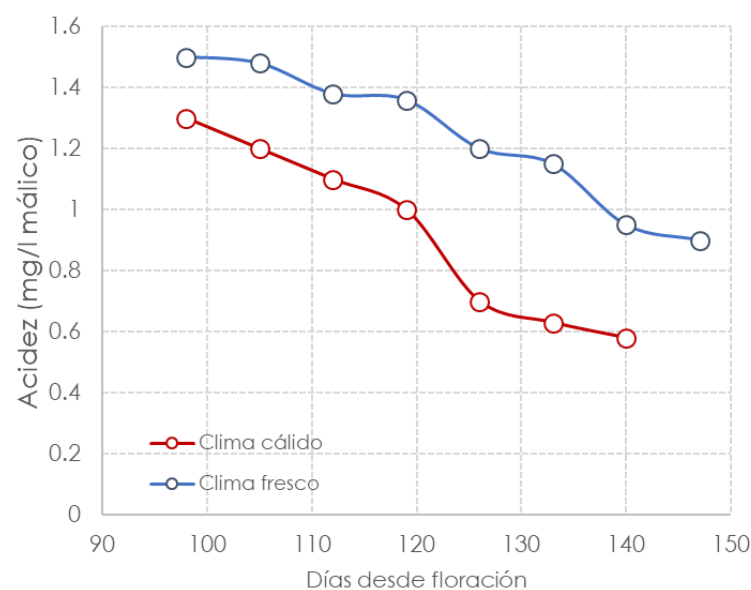
Madrid. (Europa Press).- El **sabor** y la **textura** de las **manzanas** han sido **modificados** durante las últimas cuatro décadas a causa del **cambio climático**, tal y como ha evidenciado una investigación

### Influencia del clima de primavera en la firmeza y acidez de manzana Elstar (Tromp, 1997)

Firmeza



Acidez

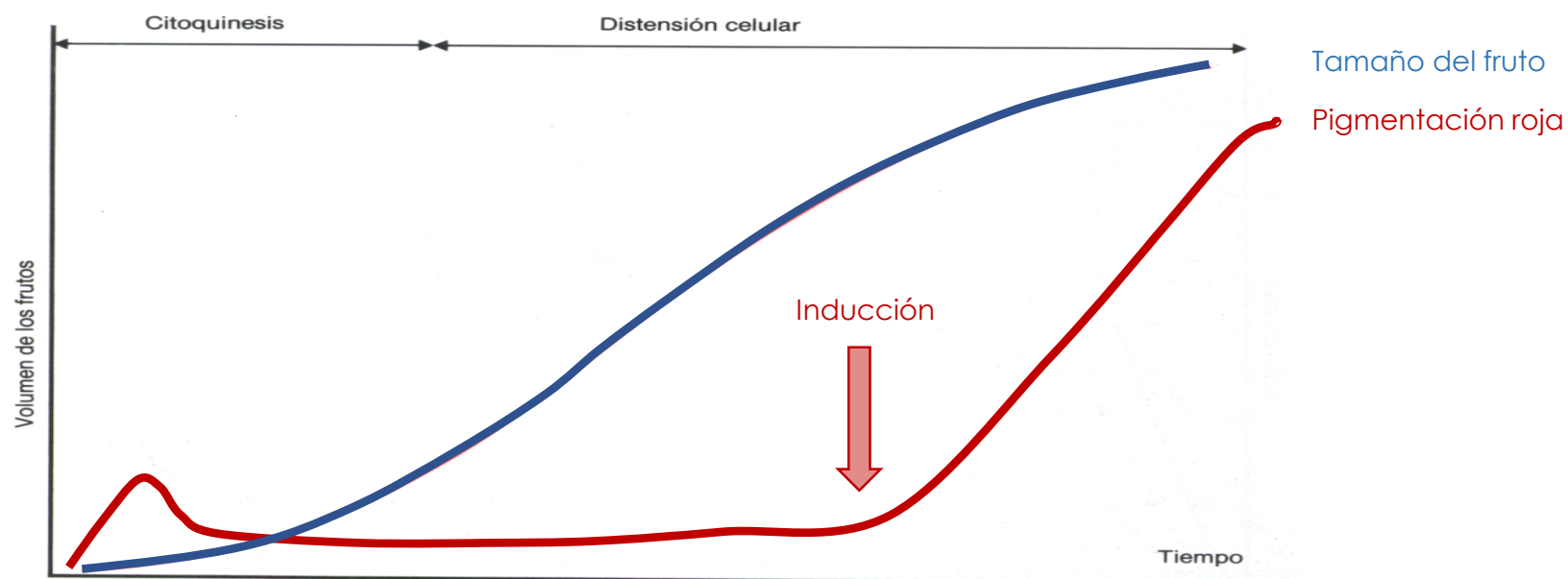


### Variación en los parámetros de calidad de manzana Fuji por cada 1°C de aumento en la Tmed anual (1970-2010)

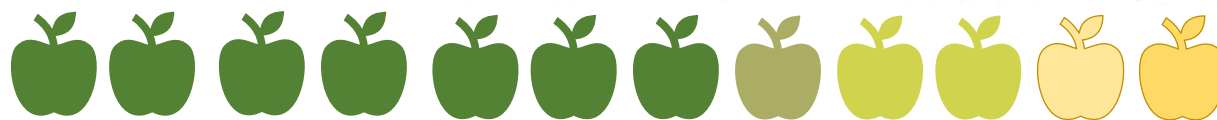
(Sugiura et al, 2013)

Parámetro	Var x 1°C aumento
Acidez (mg/L málico)	-0.50
Azúcar (°Brix)	+0.66
Firmeza (kg)	-0.56

Proceso ligado a la maduración del fruto



Color de fondo



▼ clorofila (verde)  
▲ carotenos (amarillos, blancos)

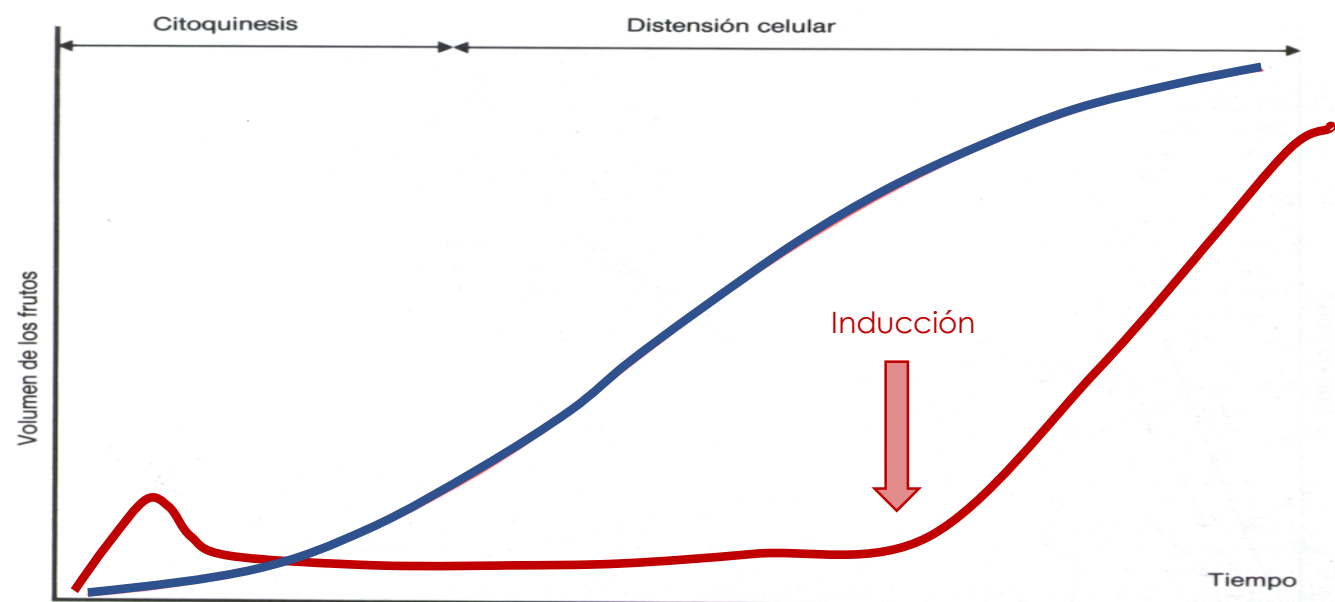
Chapa



▲ antocianos (rojos, violetas)

Maduración

## Proceso ligado a la maduración del fruto



Tamaño del fruto

Pigmentación roja

### Inducción

- Se produce con temperaturas frescas
- Es independiente de la luz recibida



$\leq 15^{\circ}\text{C}$

¡Basta una noche fresca!

### Síntesis

- Requiere calor moderado
- Directamente relacionada con la iluminación

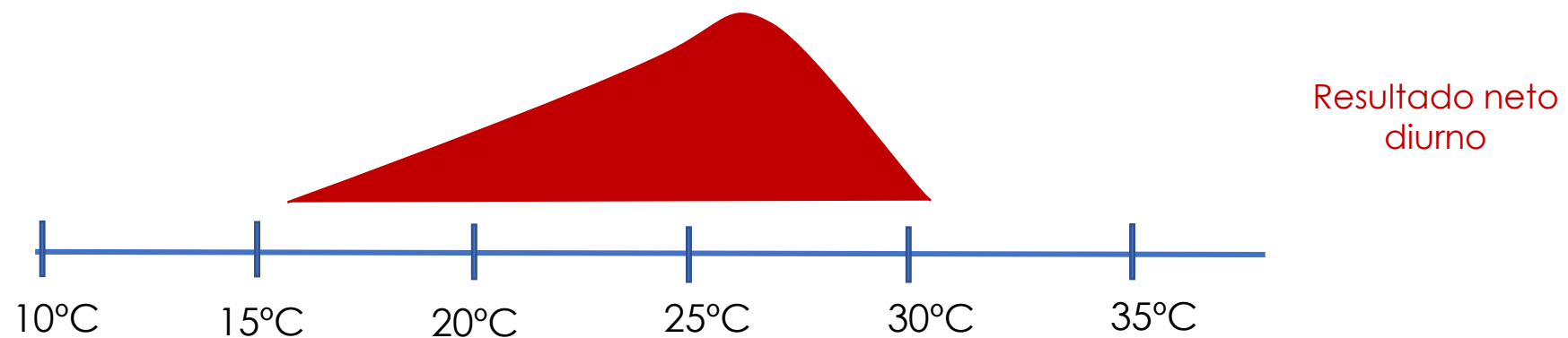
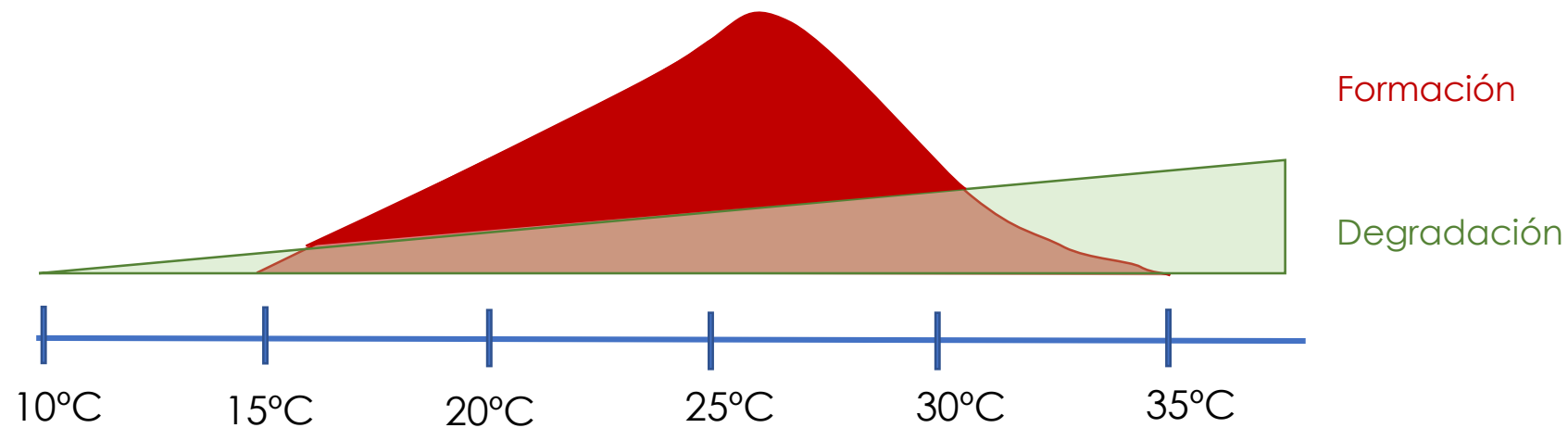


$20-27^{\circ}\text{C}$

### Degradación

- Directamente relacionada con la temperatura
- La luz diurna puede degradar a temperaturas muy altas ( $>35^{\circ}\text{C}$ )

*De día:* conviven síntesis y degradación



De noche: no hay formación, sólo degradación de lo formado durante el día



**Acumulación de antocianos durante el día**

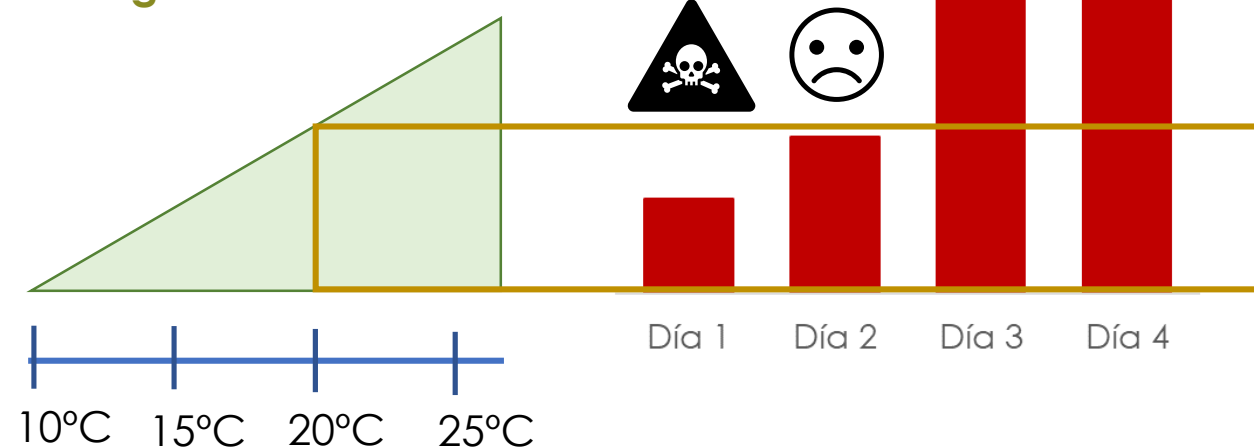
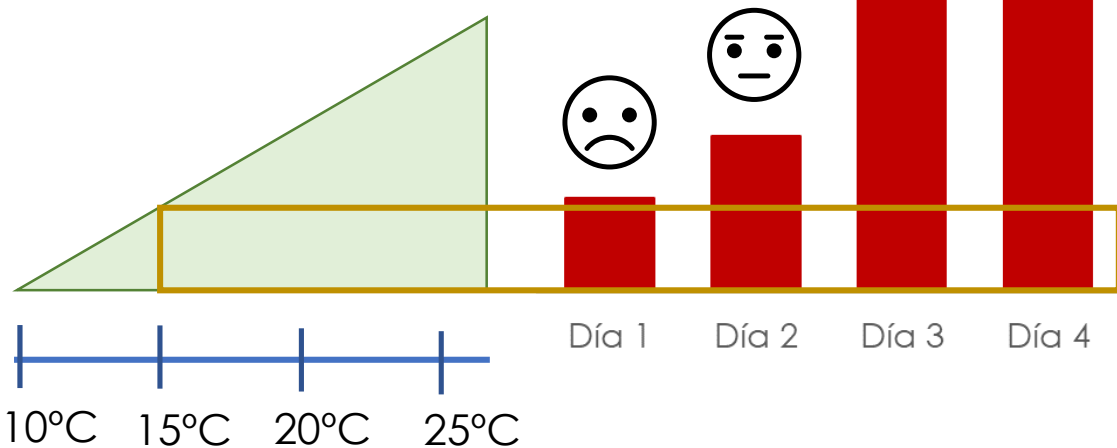
**Acumulación de antocianos durante el día**

T noche = 15 °C

T noche = 20 °C

Degradación nocturna

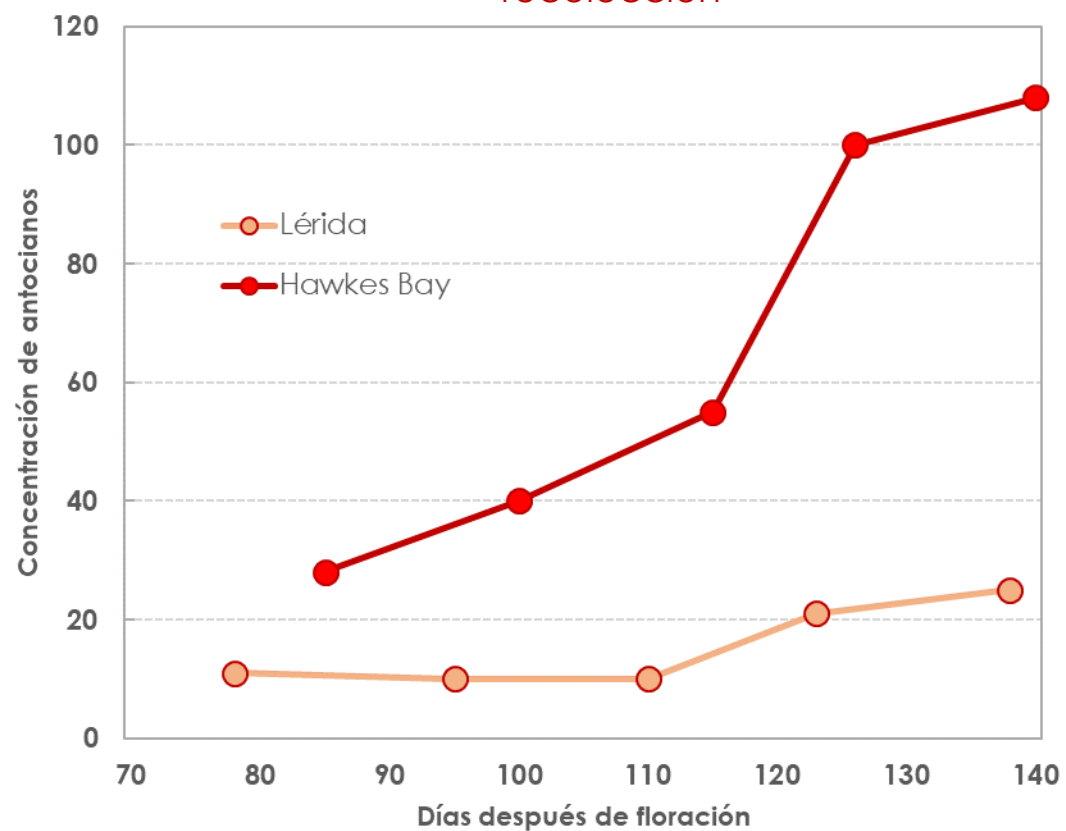
Degradación nocturna



**Caso real:** Mondial Gala cultivada en Nueva Zelanda (Hawkes Bay) vs España (Lérida)

Parcelas 10 años en eje a 3.7 m x 1,3 m

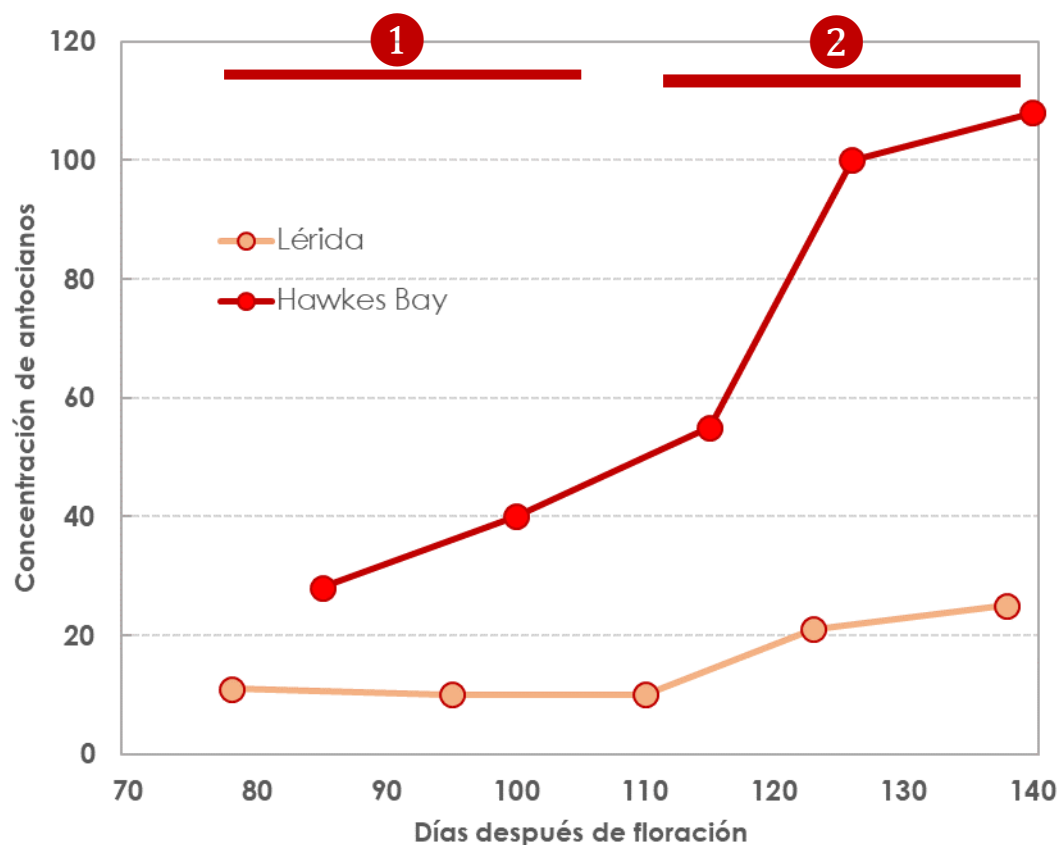
Acumulación de antocianos en los 60 días previos a recolección



**Caso real:** Mondial Gala cultivada en Nueva Zelanda (Hawkes Bay) vs España (Lérida)

Parcelas 10 años en eje a 3.7 m x 1,3 m

Acumulación de antocianos en los 60 días previos a recolección



Temp media de  
Max Min

1	23°C	11°C
2	24°C	15°C

Temp media de  
Max Min

1	29°C	13°C
2	34°C	16°C

**Y en Alfaro????**

# Y en Alfaro????

Valores más frecuentes de las medias de temperaturas máximas y mínimas en Alfaro durante el mes previo a la recolección (2000-2019)

	<i>Mes previo a la recolección de</i>		
	<b>Gala</b>	<b>Red Chief</b>	<b>Fuji</b>
<b>Media de máximas</b>	<b>29-31</b>	<b>29-30</b>	<b>24-27</b>
<b>Media de mínimas</b>	<b>15-17</b>	<b>15-17</b>	<b>10-12</b>
<b>Días T&lt;26°C</b>	<b>3-7</b>	<b>4-8</b>	<b>12-19</b>

Muy cálido

	<i>Temp media de</i>	
	<i>Max</i>	<i>Min</i>
<b>1</b>	<b>29°C</b>	<b>13°C</b>
<b>2</b>	<b>34°C</b>	<b>16°C</b>

Muy fresco

	<i>Temp media de</i>	
	<i>Max</i>	<i>Min</i>
<b>1</b>	<b>23°C</b>	<b>11°C</b>
<b>2</b>	<b>24°C</b>	<b>15°C</b>

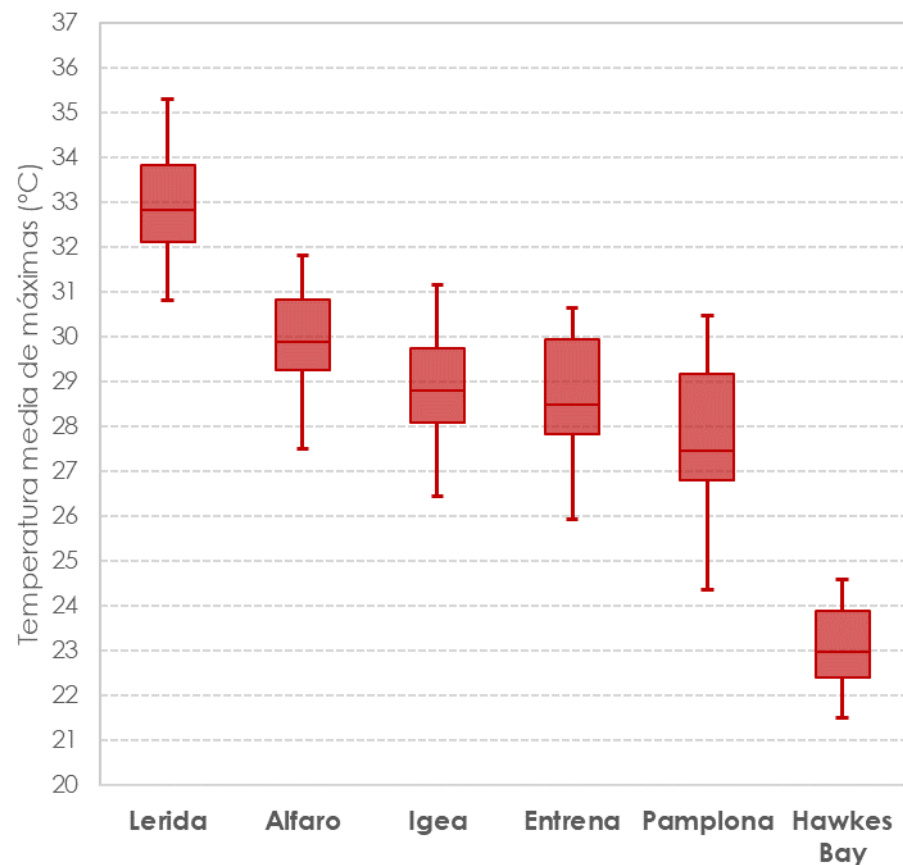
¿Cómo podemos conseguir buen color?



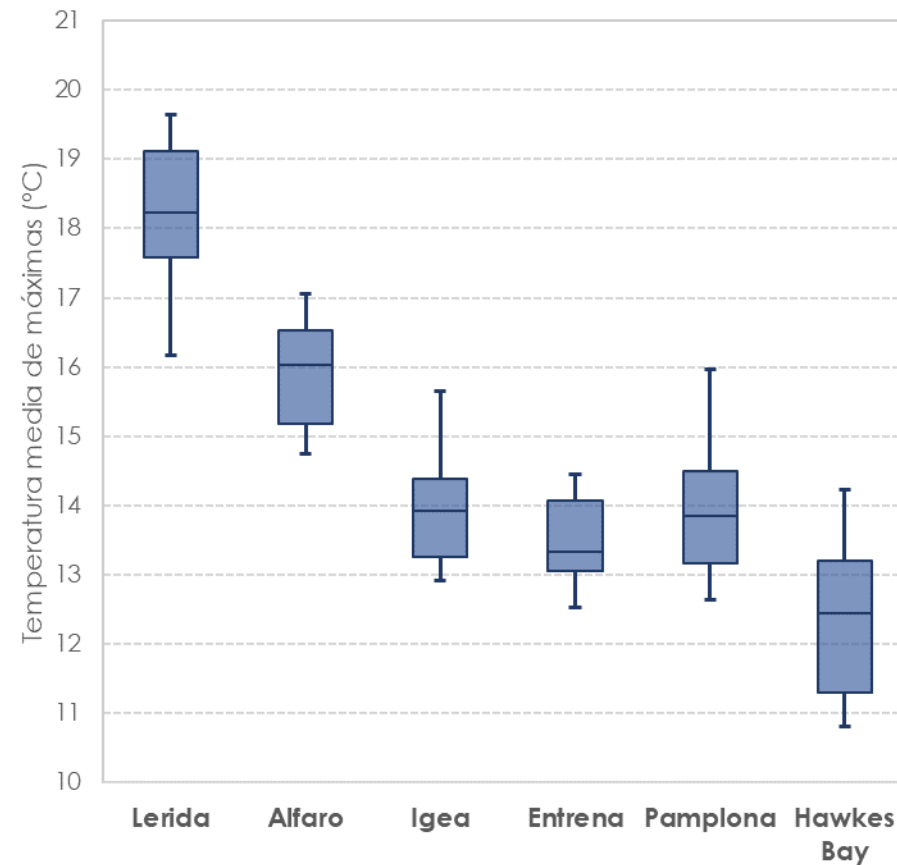
Formas posibles:

- Emplazamiento adecuado
- Variedad/Clon adaptada
- Maximizar la luz dentro de la copa
- Controlar la carga
- Controlar la nutrición
- Modificar el ambiente

Media de **máximas** en agosto (2000-2019)



Media de **mínimas** en agosto (2000-2019)



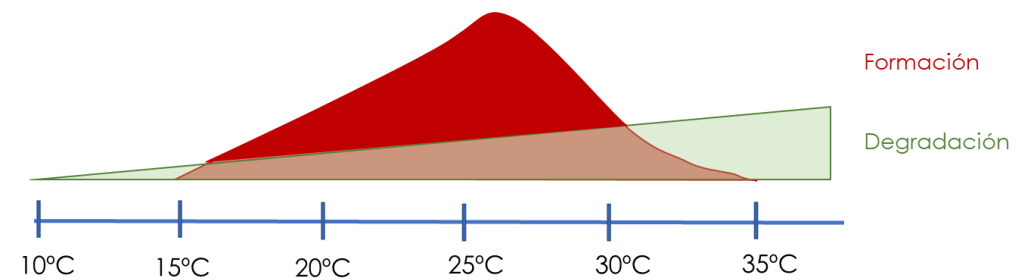
Localidad	Latitud (°N)	Altitud (m)
Lérida	41.61	200
Alfaro	42.18	270
Igea	42.07	560
Entrena	42.38	550
Pamplona	42.81	450

## Variedades y clones adaptados a temperaturas más altas

El valor y rango óptimo de temperaturas son características genéticas:

T óptimas para la formación de antocianos  
(Gouws et al, 2014)

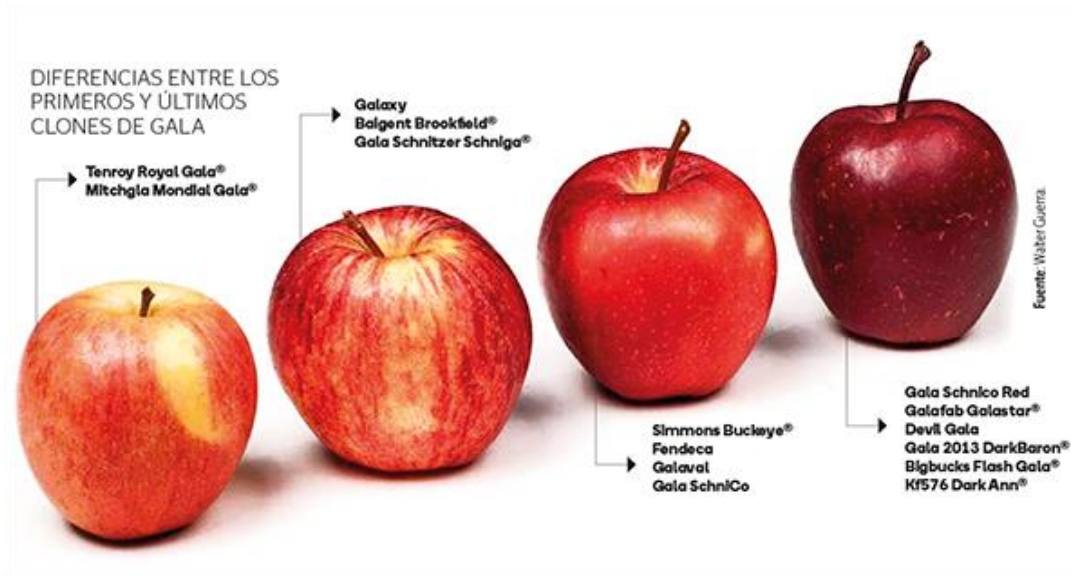
Variedad	Temperatura óptima (°C)
Braeburn	21°
Gala	23°
Fuji (antiguas)	21°
Fuji (modernas)	25°
Red Chief	27°



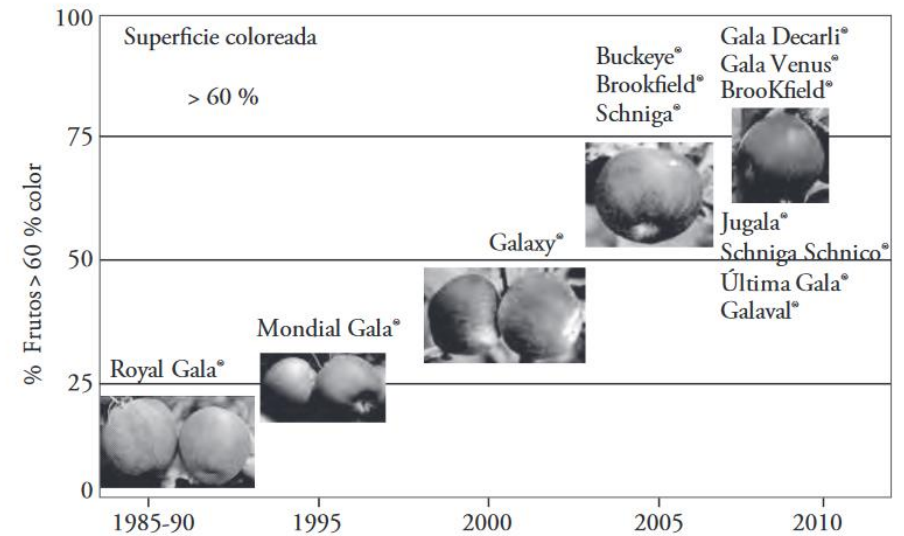
Rango: más amplio en Early Red One que en Fuji o Pink Lady (menos adaptadas al cambio)

## Variedades y clones adaptados a temperaturas más altas

Nuevas variedades de grupos establecidos:



Proporción de frutos con >60 % de la superficie coloreada en variedades de "Gala" según el año de introducción (IRTA)



\* Valores medios obtenidos en las estaciones experimentales del IRTA de Lleida y de Mas Badia (Girona).

¿Nuevas/viejas variedades **adaptadas** a climas cálidos?

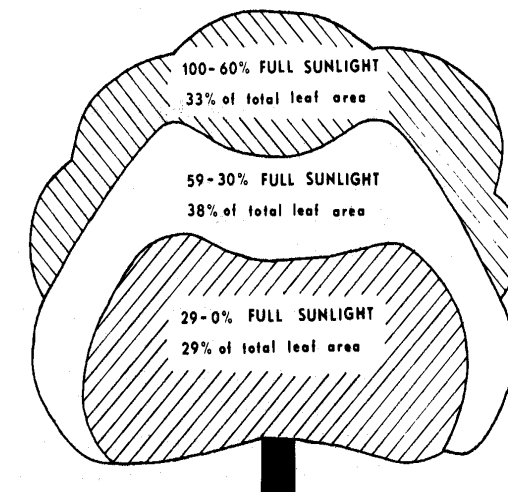
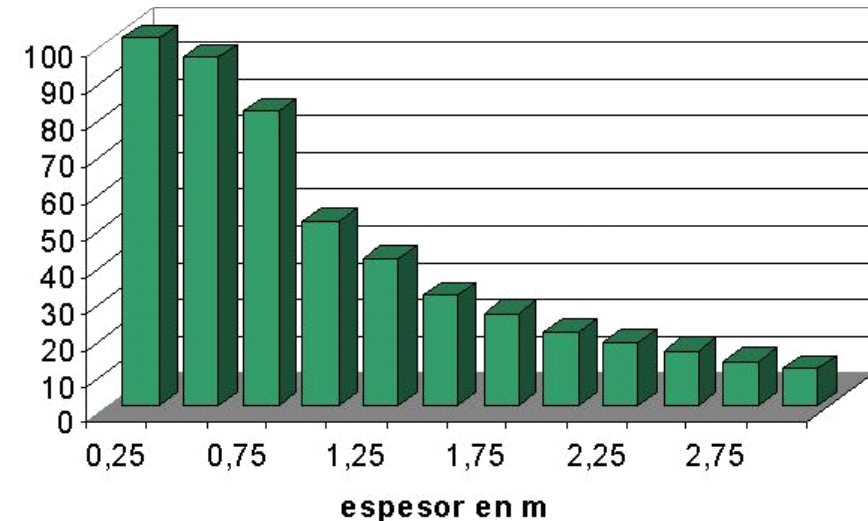
La exigencia en iluminación para COLOR es mayor que para el resto de factores de calidad

Necesidades de luz (como % de la total disponible)

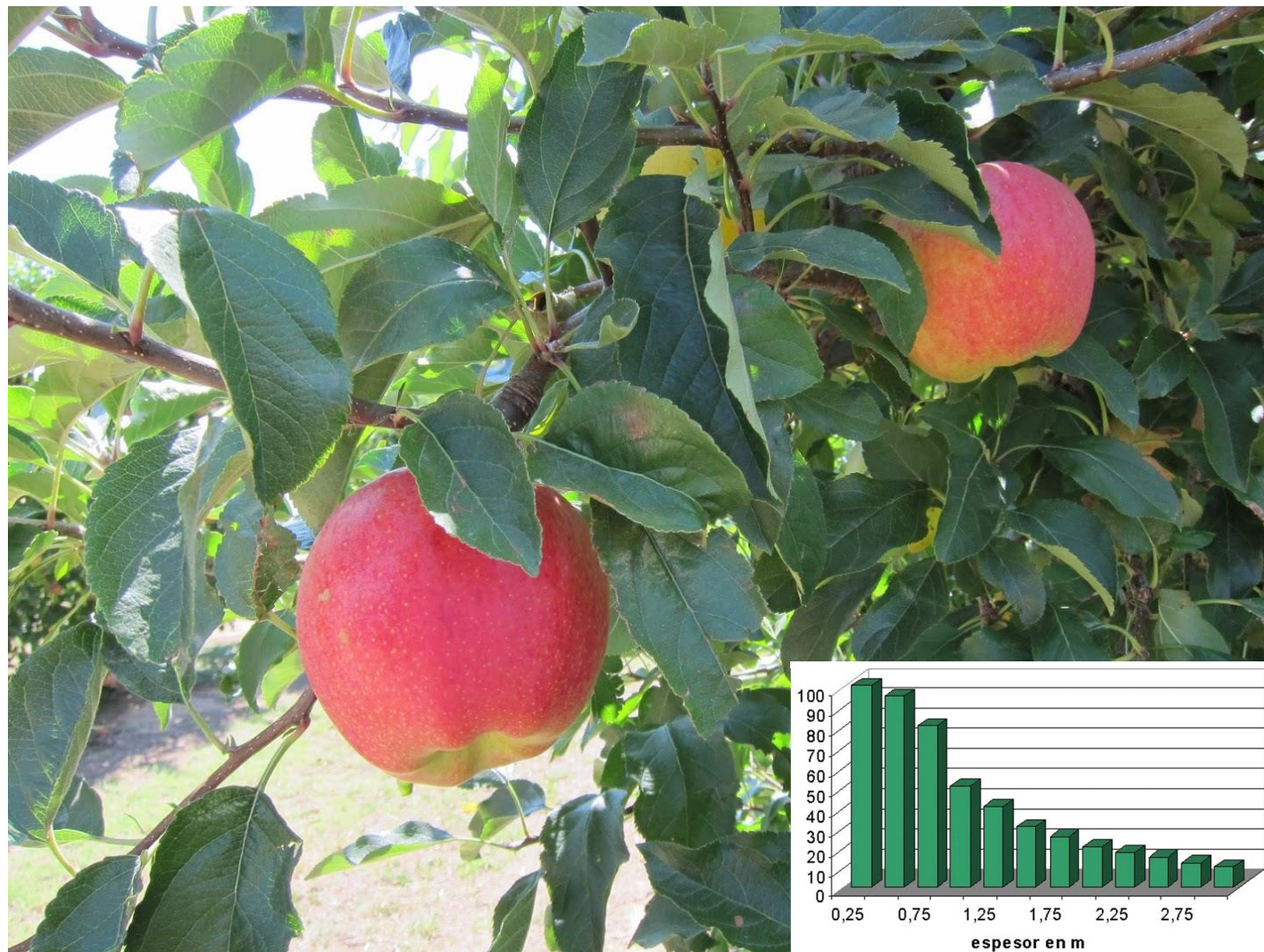
Característica	Adecuado	Limitante
Formación de color rojo	>70 %	< 40 %
Crecimiento del fruto	> 50 %	< 50%
Inducción floral	>30 %	<25 %

¡Maximizar recepción de luz recibida en toda la copa!

En general, la luz llega en cantidad suficiente hasta espesores de dosel entorno a un metro, a partir de esta distancia, la cantidad de luz es insuficiente para mantener eficiencias adecuadas de las partes mal iluminadas.



La exigencia en iluminación para COLOR es mayor que para el resto de factores de calidad



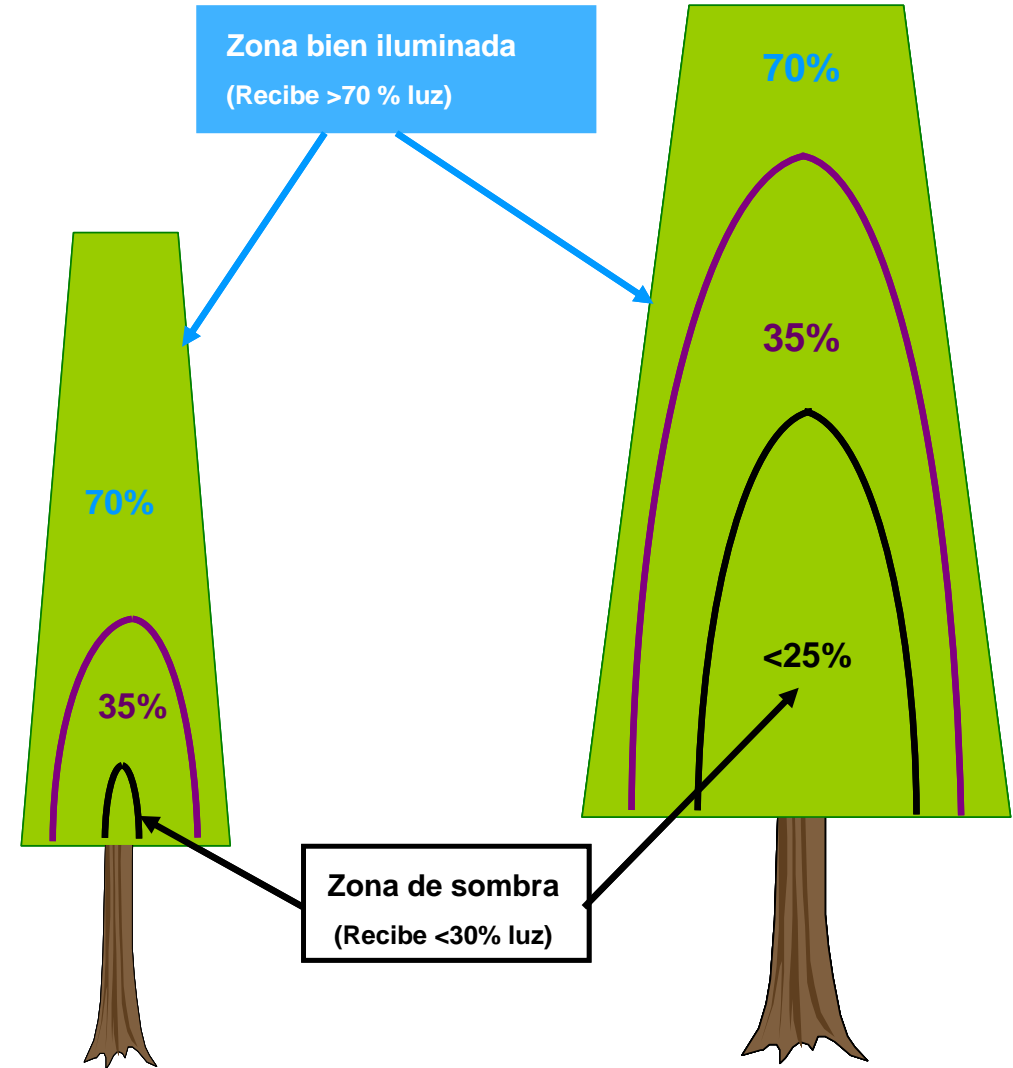
### Árbol pequeño y copa estrecha

- Patrón (Vigor)
- Sistema de formación
- Orientación

### Un árbol pequeño es más eficiente porque:

- ✓ Mayor % de volumen mejor iluminado
- ✓ Menos esqueleto
- ✓ Conducciones más cortas

La eficiencia y la calidad de la fruta dependen de la proporción de copa que esté bien iluminada

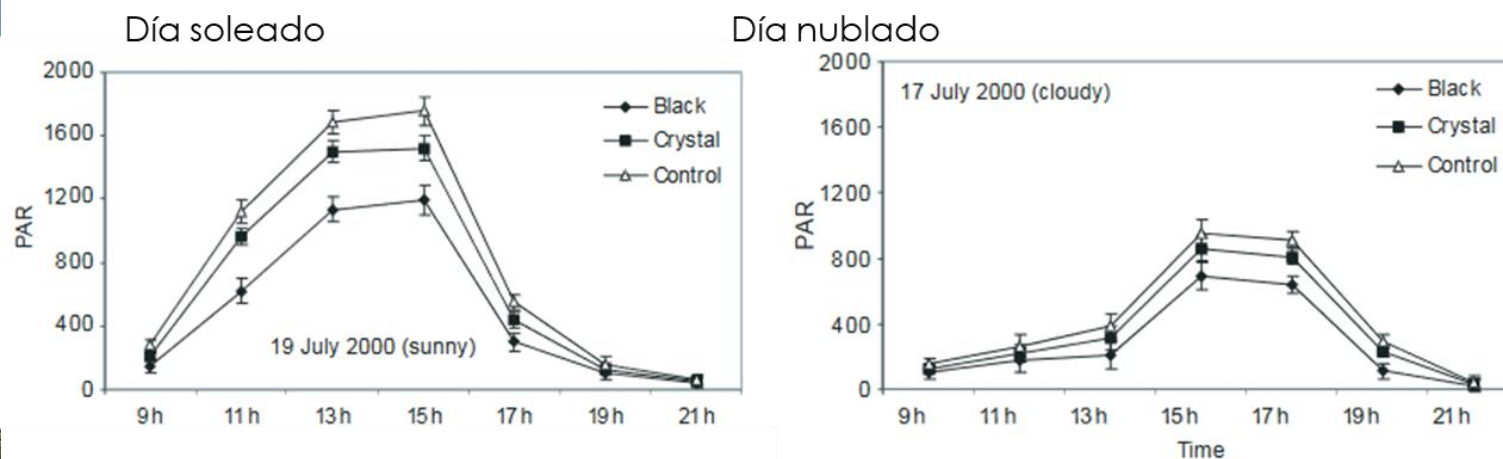




Mallas antigranizo – problemáticas para el color



Reducen la radiación total (**efecto sombra**), sobre todo en días soleados



**Aumenta la temperatura nocturna 1-3°C (Efecto invernadero)**

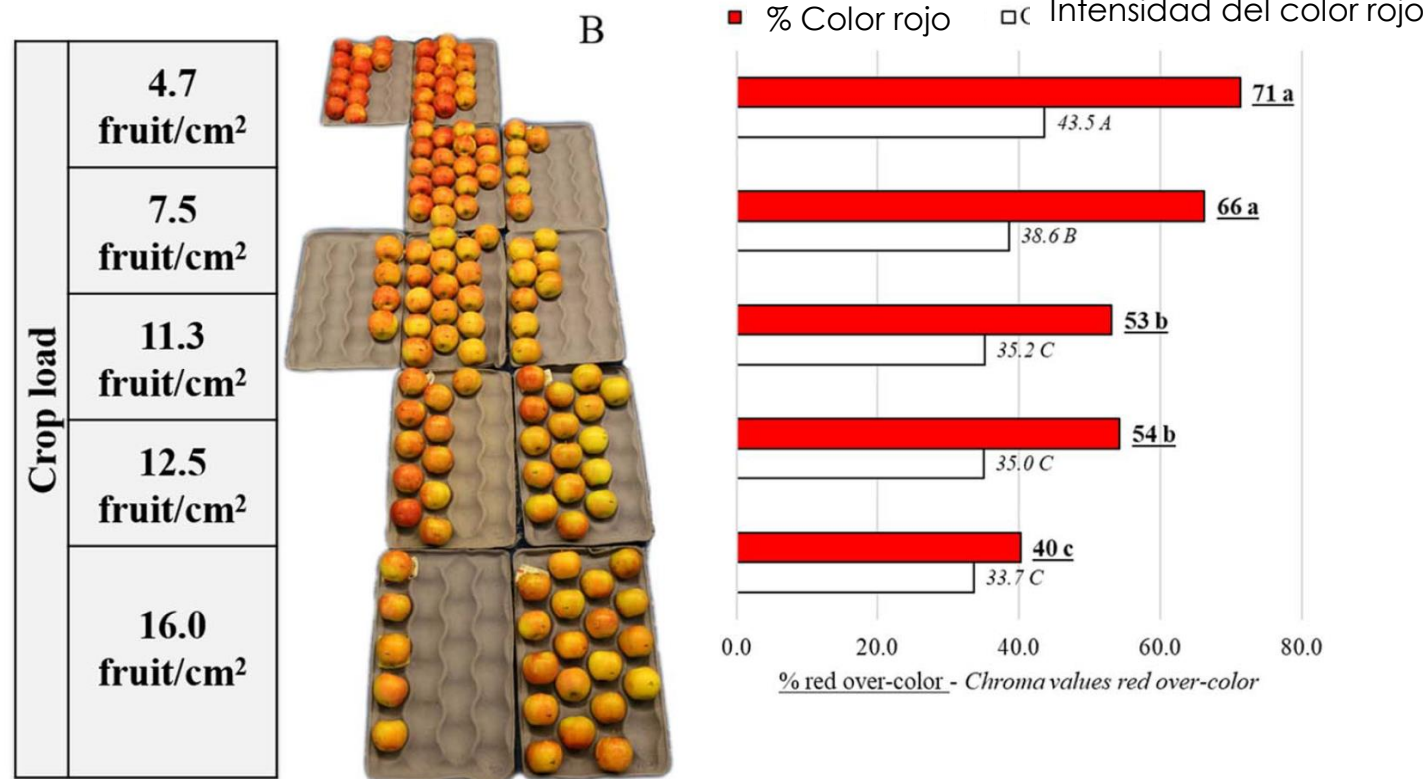
El color de la malla influye: las negras dan peor color

Efecto: depende de la variedad y temperatura del verano

Verano muy cálido: en “Galas” hasta un 15% menos de fruta en 1ª pasada

Controlar la carga (frutos por unidad de sección de tronco)

Efecto de la carga de fruto sobre la coloración en "Honeycrisp" (Serra et al, 2016)



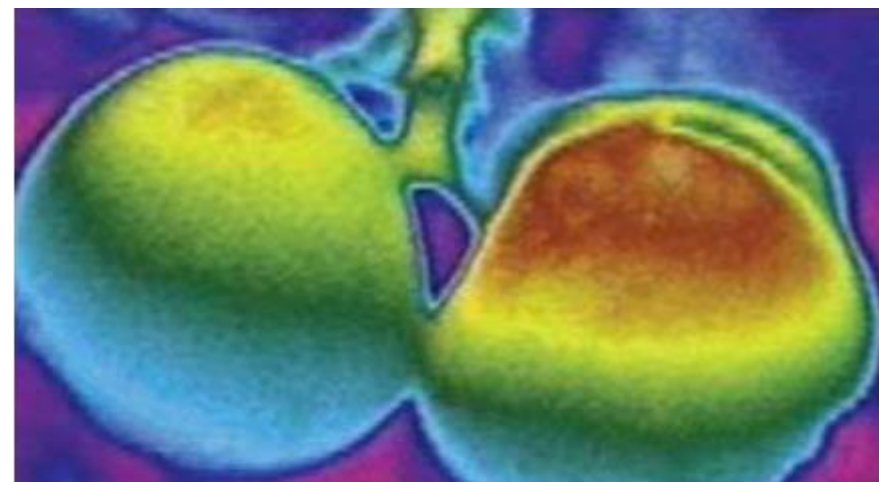
Control de la nutrición

- Clave controlar el N (niveles altos perjudican, efecto similar a la sobrecarga de frutos)
- P y K: con fertilización racional son suficientes.

Reducir la temperatura ambiente – Uso de blanqueantes (caolín)



Temperatura en la superficie de frutos expuestos a la luz



Con caolín

Sin caolín

Reduce la temperatura hasta **2-3°C** en las horas de más calor

También reduce la radiación incidente (no es problema en nuestras condiciones en frutos **bien expuestos**)

**Limpieza** del fruto problemática

## Aumentar la luz disponible - Acolchados reflectantes

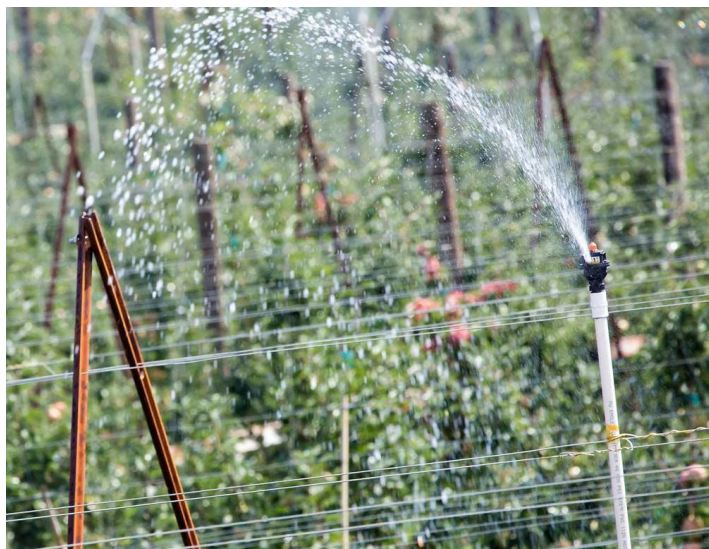
Efectivo incluso en frutos ya bien expuestos

Aumentos de entre 10-20% más de frutos con >75% color (en Gala)

Mejores resultados en zonas/parcelas con menos insolación disponible (mllas)



## Reducir la temperatura - Riego refrescante



Efectivo en bajar la temperatura

A mediodía: ▼ 4-10°C

Al amanecer/anocheecer: ▼ 3-5°C

Aumento notable de la humedad (**¡Enfermedades!**)

A mediodía: ▲ +30-60 %

Al amanecer/anocheecer: ▲ 15-20 %

Consumo de agua extra: 6-7 mm/día (1800 m<sup>3</sup>/ha en total)

Efectividad: ▲ 5-15% la proporción de frutos en primera pasada

## Mensajes para llevarnos a casa

- 1) El cambio climático es una realidad que ya nos está afectando
- 2) El aumento de las temperaturas tiene un fuerte impacto sobre la calidad de la manzana (y más sobre el color)
- 3) Podemos adaptarnos a este cambio:
  - Cultivando más al norte o en altura
  - Eligiendo variedades adaptadas a climas más cálidos
  - Optimizando la iluminación de todos los frutos (diseño y manejo)



# MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**Carlos Miranda** ([carlos.miranda@unavarra.es](mailto:carlos.miranda@unavarra.es))

Grupo de Investigación **FRUTICULTURA Y VITICULTURA AVANZADAS**  
Departamento de Agronomía, Biotecnología y Alimentación  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos  
Campus de Arrosadía, 31006 Pamplona

