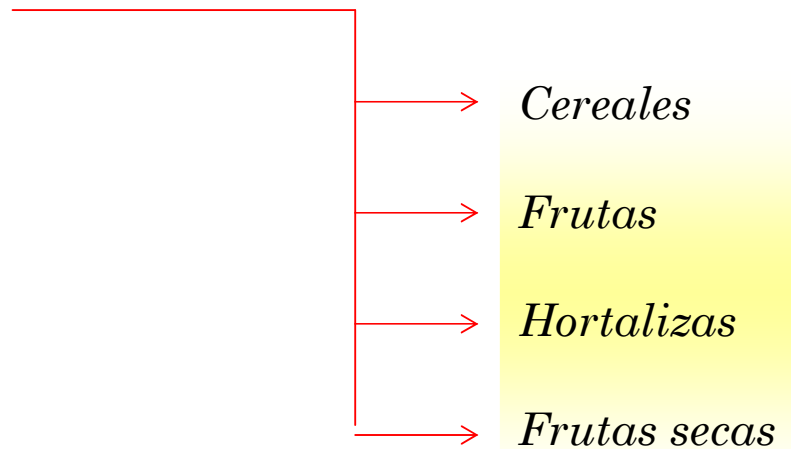


# FRUTAS Y HORTALIZAS

## ◆ IMPORTANCIA EN LA DIETA

ALIMENTOS-VEGETALES ≠ ALIMENTOS DE ORIGEN VEGETAL

## ◆ TIPOS DE ALIMENTOS-VEGETALES



FRUTO ≠ FRUTA

Fruto —————> *definición botánica*

Fruta —————> *concepto "comercial"*



Diferentes familias botánicas y órganos

*Leguminosas* (legumbres)

- \* **Órganos subterráneos:** zanahoria (raíz), cebolla (bulbo), remolacha (hipocotíleo), papa (tallo modificado), batata (raíz modificada)...
- \* **Frutos:** tomate, pepino, berenjena zapallo, "vainas"...
- \* **Inflorescencias:** alcaucil, brócoli, coliflor...
- \* **Hojas y yemas:** lechuga, espinaca, acelga apio, repollitos de Bruselas, repollo...
- \* **Tallos y yemas:** espárrago, bambú...
- \* **Semillas:** arvejas, lentejas, porotos, habas...

**Frutas secas** (nueces): botánicamente son frutos, no son consideradas frutas, comercialmente.

## ◆ CUALIDADES DE FRUTAS Y HORTALIZAS PARA CONSUMO

### ✓ Estéticas

### ✓ Organolépticas

- ✦ aroma
- ✦ sabor
- ✦ textura
- ✦ color

### ✓ Nutricionales

- ✦ carbohidratos
- ✦ minerales
- ✦ vitaminas
- ✦ otros compuestos

Alimentos Funcionales

- *fibra*
- *carotenoides*
- *fenólicos*
- *flavonoides*

## ◆ COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL

- ◆ **AGUA** Asociado a  $P_{osm}$  celular.  
70-90% (productos frescos).  
< 20% (cereales , leguminosas)

## ◆ CARBOHIDRATOS

Azúcares y polisacáridos  
2% (cucurbitáceas, nueces)  
>30% (vegetales c/almidón)  
>60% (cereales y leguminosas)

*Polisacáridos estructurales* pared celular  
primaria y laminilla media

*Almidón* cloroplastos, cromoplastos y  
amiloplastos

*Azúcares* vacuola y citoplasma

## Componentes de la pared celular

### CELULOSA

*Fase microfibrilar*

### HEMICELULOSAS

Xiloglucanos  
Xilanos  
Glucomananos  
Galactoglucomananos

### PECTINAS

#### NEUTRAS

Arabinanos  
Galactanos  
Arabinogalactanos

#### ÁCIDAS

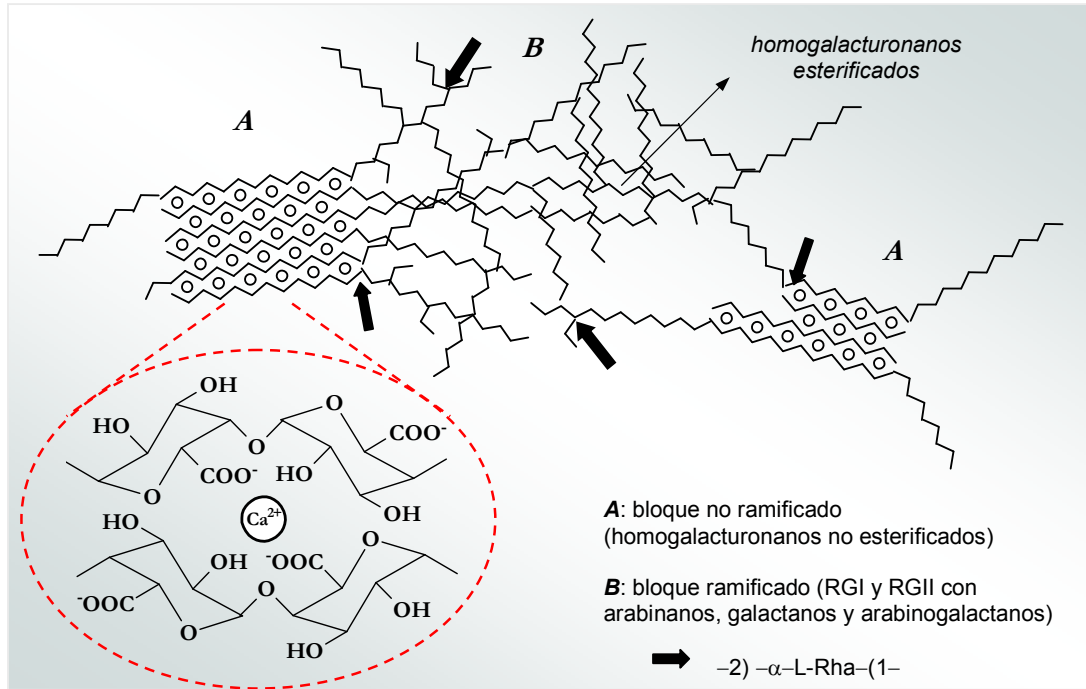
Homogalacturonanos  
Ramnogalacturonanos

*Fase amorfa o matriz*

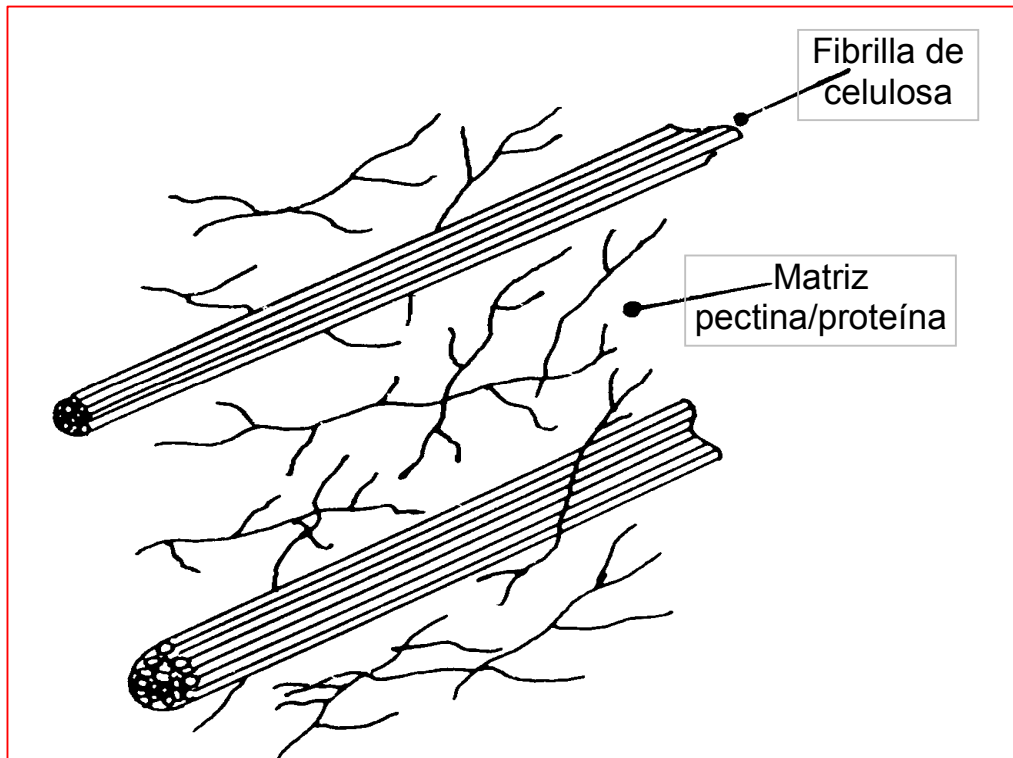
### COMPUESTOS FENÓLICOS

### PROTEÍNAS ESTRUCTURALES

### LIGNINA



Esquema de un ramnogalacturonano y detalle de la estructura tipo "caja de huevos"



Modelo simplificado de la pared celular de plantas

## Almidón

Polisacárido de reserva

Amilosa (*D-glu  $\alpha$ -1,4 no ramificado*) +  
Amilopectina (*D-glu ramificado  $\alpha$ -1,4,  $\alpha$ -1,6*)

## Azúcares

Sacarosa, glucosa y fructosa

Niveles variables (*palta < 2% - banana 20%, mayores en frutas subtropicales y tropicales*)

Xilosa, manosa, arabinosa, galactosa, maltosa, sorbosa, octulosa, azúcares alcoholes y azúcares ácidos

## ◆ PROTEÍNAS

No importantes en frutas

Niveles bajos en vegetales (*1-2%, brásicas: 3-5%-, legumbres ~7%*)

## ◆ LÍPIDOS

<1% en frutas y hortalizas

Fosfolípidos o glicolípidos (*superficie, cutículas protectoras, membranas celulares*) En general, no son sustancias de reserva

## ◆ ÁCIDOS ORGÁNICOS

Niveles altos (vacuolas)

Cítrico, málico

Tartárico (*uva*), oxálico (*espinaca*)

## ◆ VITAMINAS Y MINERALES

Fuentes exclusivas de vitamina C

Vitamina A (*algunos precursores carotenoides - $\beta$ -caroteno-*) y ácido fólico (*hojas verdes*)

Minerales: 0,1-5% (*cenizas*): K (>200 mg/100 g, 400-600 mg/100g en *hojas verdes*)

Fe y Ca (*a veces no biodisponible*)

Cantidades dependientes de prácticas pre y postcosecha

## ◆ PIGMENTOS Y COMPUESTOS VOLÁTILES

Clorofilas, carotenoides y algunos flavonoides

Compuestos volátiles ( $PM < 250$ ): pequeñas cantidades

# ◆ FISIOLÓGIA Y BIOQUÍMICA DE FRUTAS Y VEGETALES

## Tipos de tejidos

**HORTALIZAS**  
(raíces, hojas, tallos)

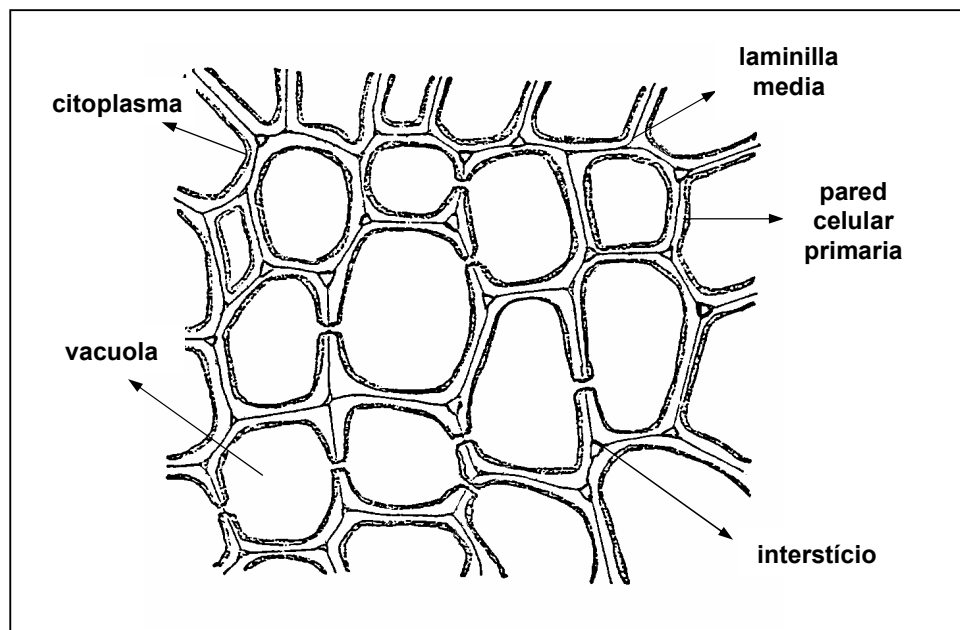


Xilema y floema (*vascular*)  
en matriz parenquimatosa

**FRUTAS**



Parénquima



Esquema del tejido parenquimatoso

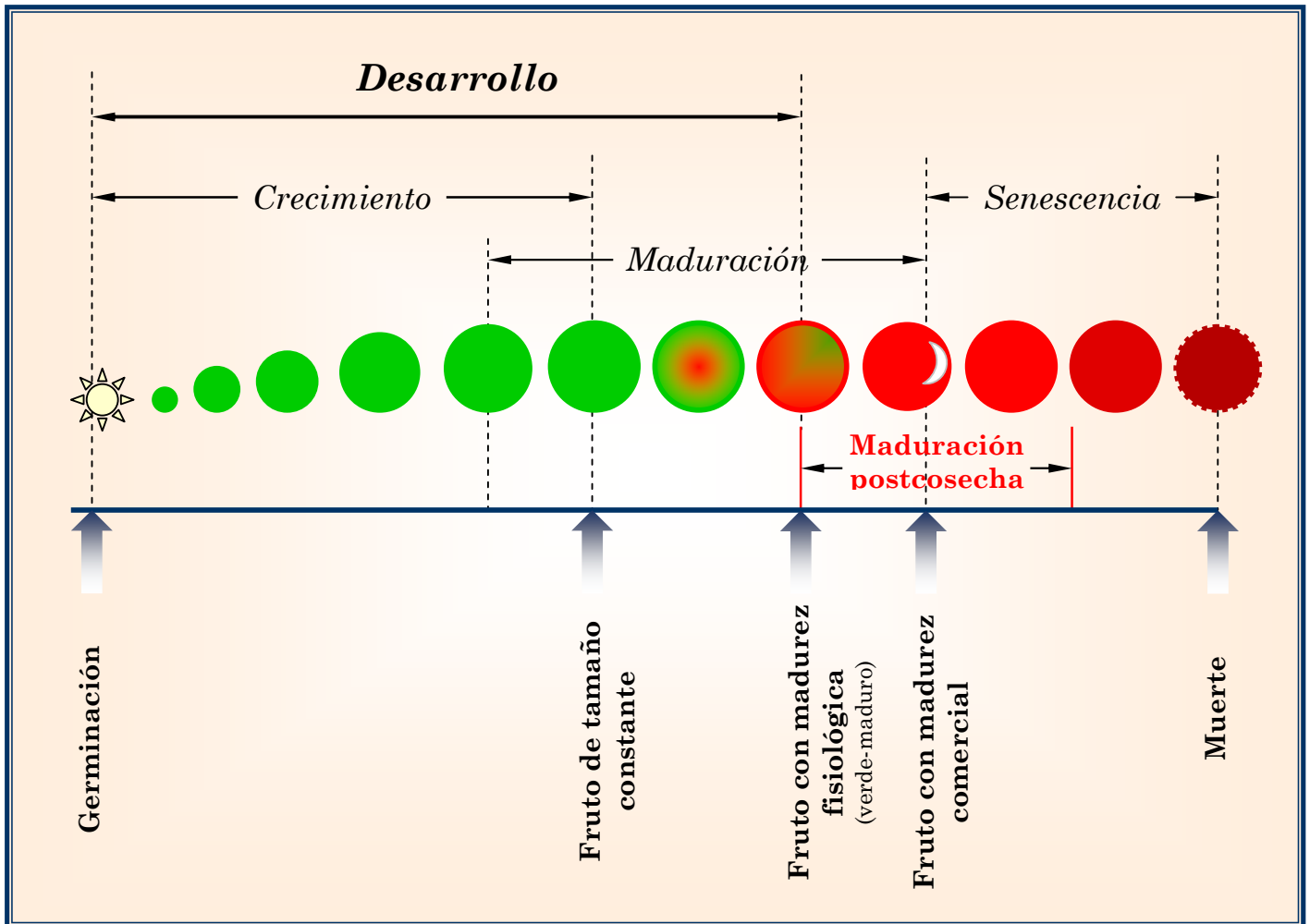
## Frutas y vegetales:

$a_w$  elevadas  $\Rightarrow$  altas actividades metabólicas  $\Rightarrow$  productos perecibles

Respiración y transpiración continúan postcosecha  $\Rightarrow$  deterioración irreversible



# Desarrollo fisiológico de un fruto




## Postcosecha de frutas

Período especializado de la senescencia

1928 → período catabólico

Biología molecular → existe control genético  
(*síntesis de proteínas, ácidos nucleicos, polisacáridos*)



Poligalacturonasa (*Grierson y col., 1986*)

ACC sintasa (*Van der Straeten y col., 1990*)

ACC oxidasa (*Hamilton y col., 1990*)

## POSTCOSECHA: PRINCIPALES EVENTOS

Maduración de las semillas

Cambios de color

Abscisión (separación de la planta madre)

Mudanzas en la tasa respiratoria

Cambios en la tasa de producción de etileno

Cambios en la permeabilidad tisular

Ablandamiento: modificaciones de la pared celular

Mudanza de la composición de carbohidratos

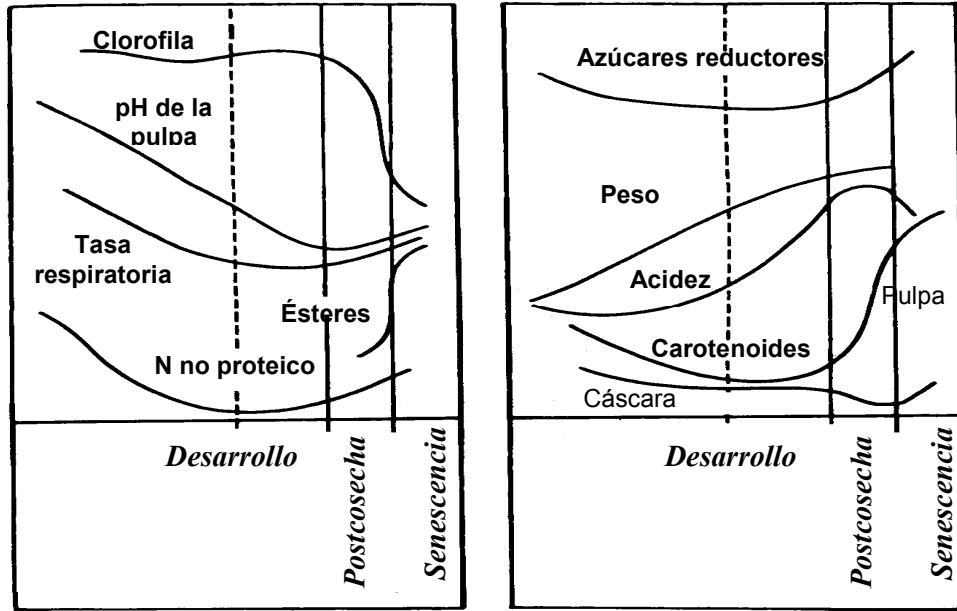
Cambios en el contenido de ácidos orgánicos

Cambios en el perfil proteico

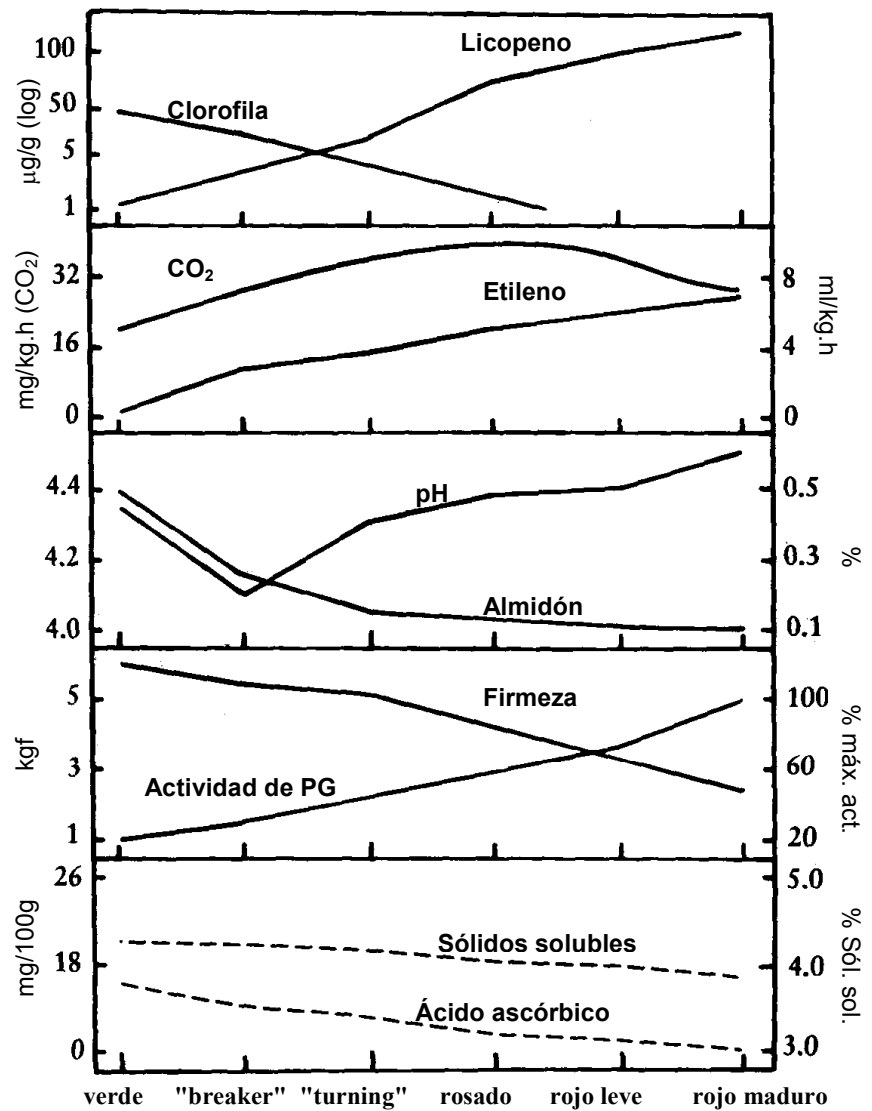
Producción de compuestos volátiles responsables del “flavor”

Desarrollo de cera sobre la piel

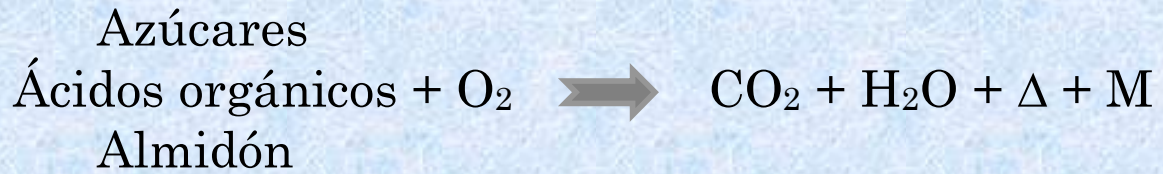
Algunos cambios fisicoquímicos durante el desarrollo fisiológico del ananá



Algunos cambios fisicoquímicos durante el desarrollo fisiológico del tomate



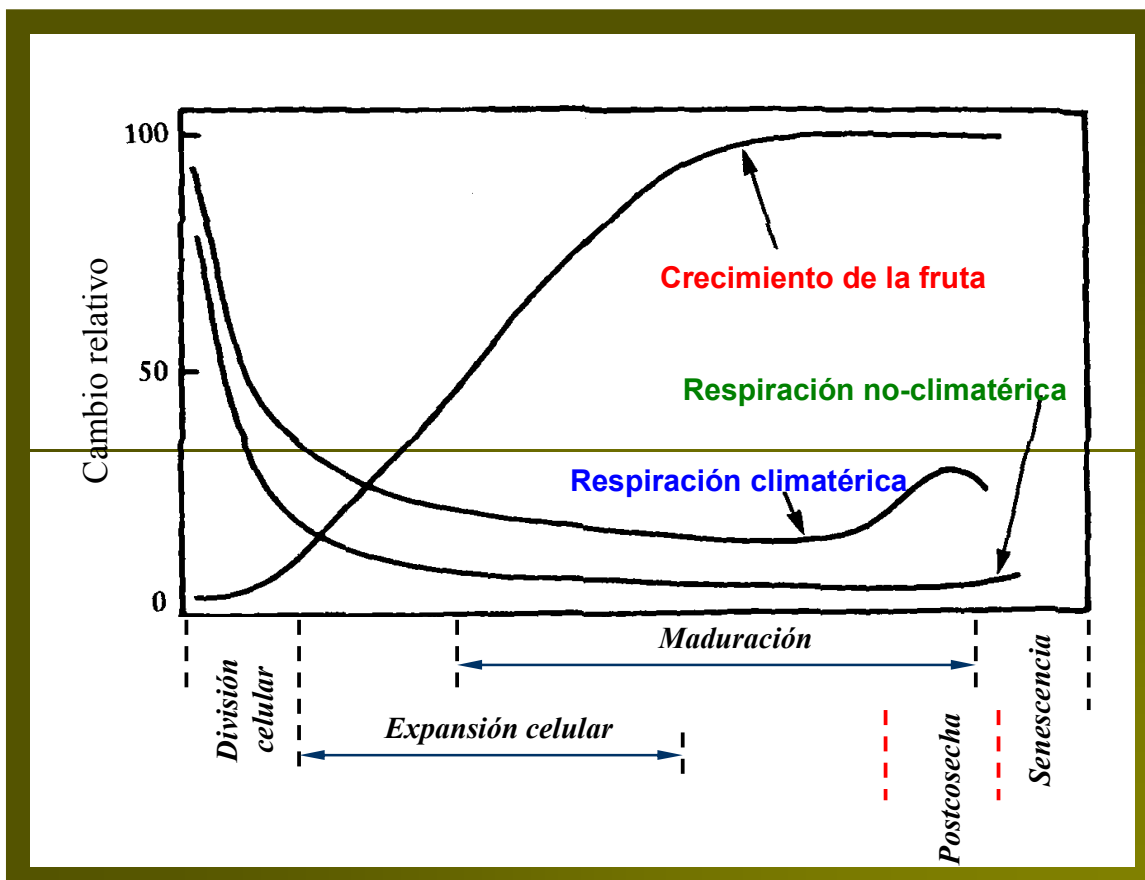
# RESPIRACIÓN: Fisiología y bioquímica



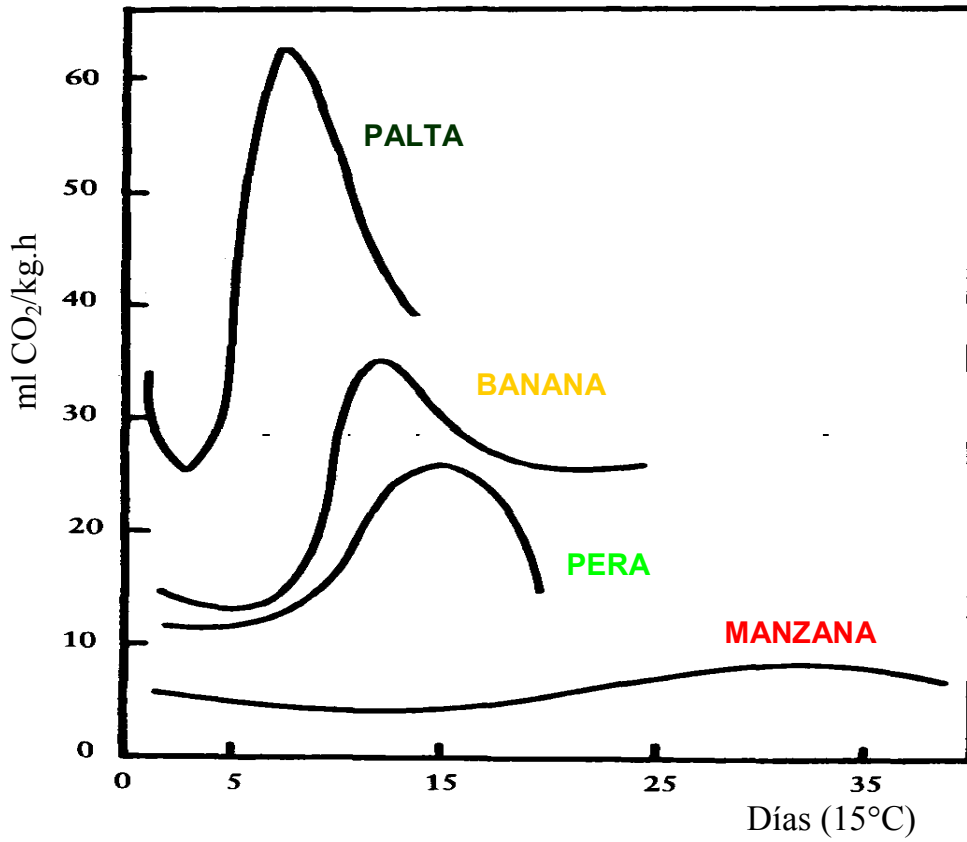
Aeróbica o aneróbica (fermentación)

Tasa de respiración → **vol O<sub>2</sub> ó CO<sub>2</sub>/tiempo, masa**

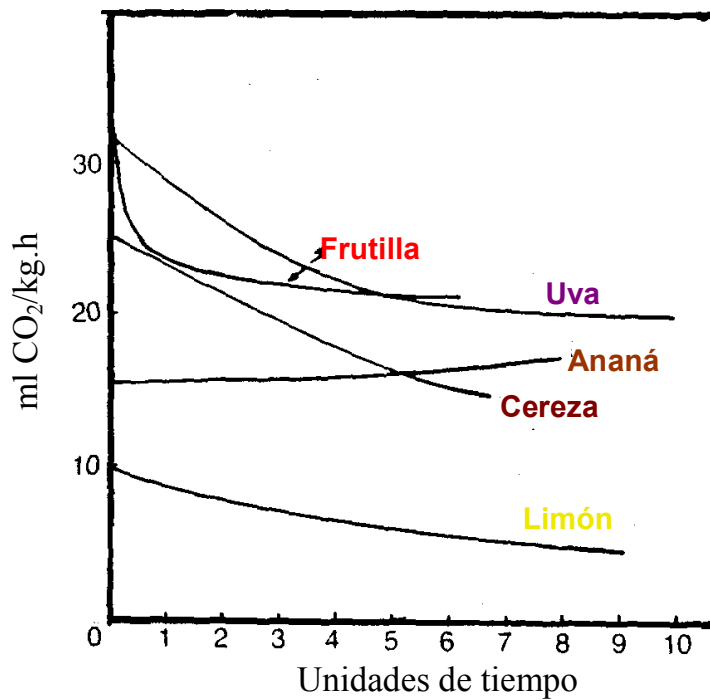
Perfiles de respiración y crecimiento durante el desarrollo fisiológico de frutas



Perfiles de respiración de algunas frutas climatéricas



Perfiles de respiración de algunas frutas no climatéricas



CLIMATÉRICAS	NO CLIMATÉRICAS
Manzana ( <i>Malus domestica</i> )	Cereza dulce ( <i>Prunus avium</i> )
Damasco ( <i>Prunus armeniaca</i> )	Cereza ácida ( <i>Prunus cerasus</i> )
Palta ( <i>Persea americana</i> )	Pepino ( <i>Cucumis sativus</i> )
Banana ( <i>Musa</i> sp.)	Uva ( <i>Vitis vinifera</i> )
Cherimoya ( <i>Annona cherimola</i> )	Ananá ( <i>Ananas comosus</i> )
Higo ( <i>Ficus carica</i> )	Mandarina Satsuma ( <i>Citrus unshu</i> )
Kiwi ( <i>Actinidia deliciosa</i> )	Frutilla ( <i>Fragaria</i> sp.)
Mango ( <i>Mangifera indica</i> )	Naranja dulce ( <i>Citrus sinensis</i> )
Melón ( <i>Cucumis melo</i> )	Tamarillo ( <i>Cyphomandra betacea</i> )
Papaya ( <i>Carica papaya</i> )	Limón ( <i>Citrus limon</i> )
Maracuyá ( <i>Passiflora edulis</i> )	
Durazno ( <i>Prunus persica</i> )	
Pera ( <i>Pyrus communis</i> )	
Kaqui ( <i>Diospyros kaki</i> )	
Ciruela ( <i>Prunus</i> sp.)	
Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> )	
Sandía ( <i>Citrullus lanatus</i> )	

## Substratos de la respiración

- 1) Azúcares
- 2) Ácidos orgánicos

## Rutas metabólicas de respiración

Glucólisis

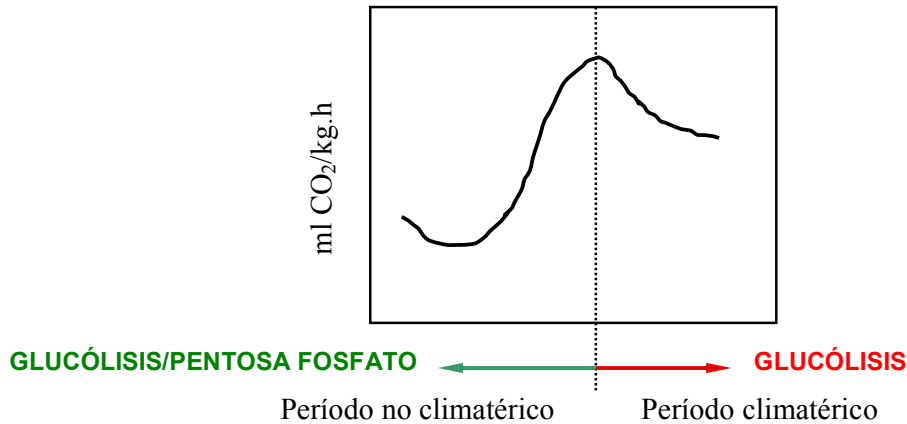
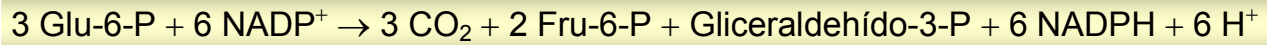
Vía oxidativa de la pentosa fosfato

Vía de los ácidos tricarboxílicos o ciclo de Krebs.

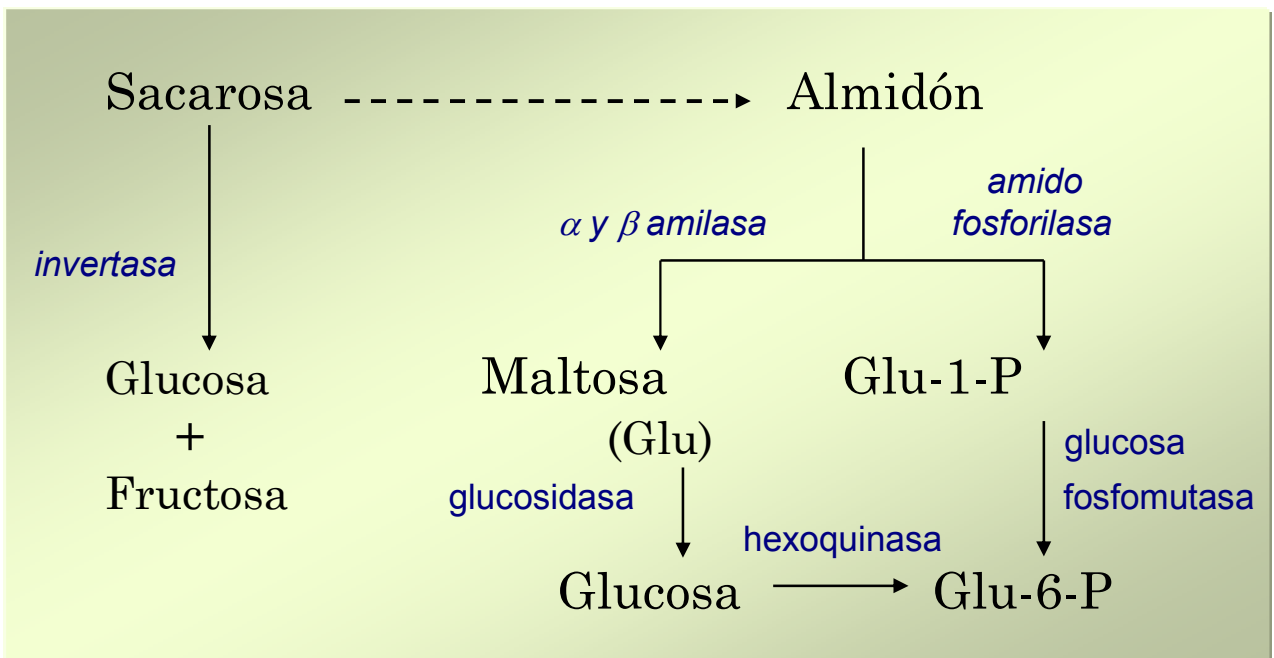
### ◆ GLUCÓLISIS



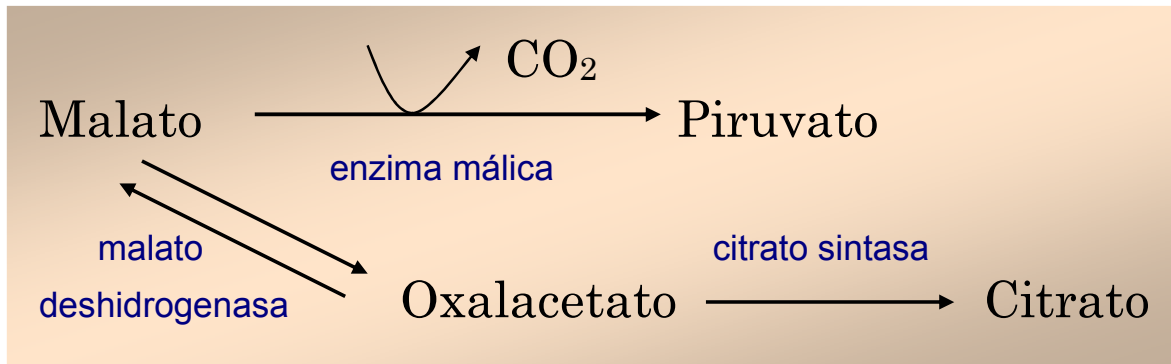
## ◇ VÍA DE LA PENTOSA FOSFATO



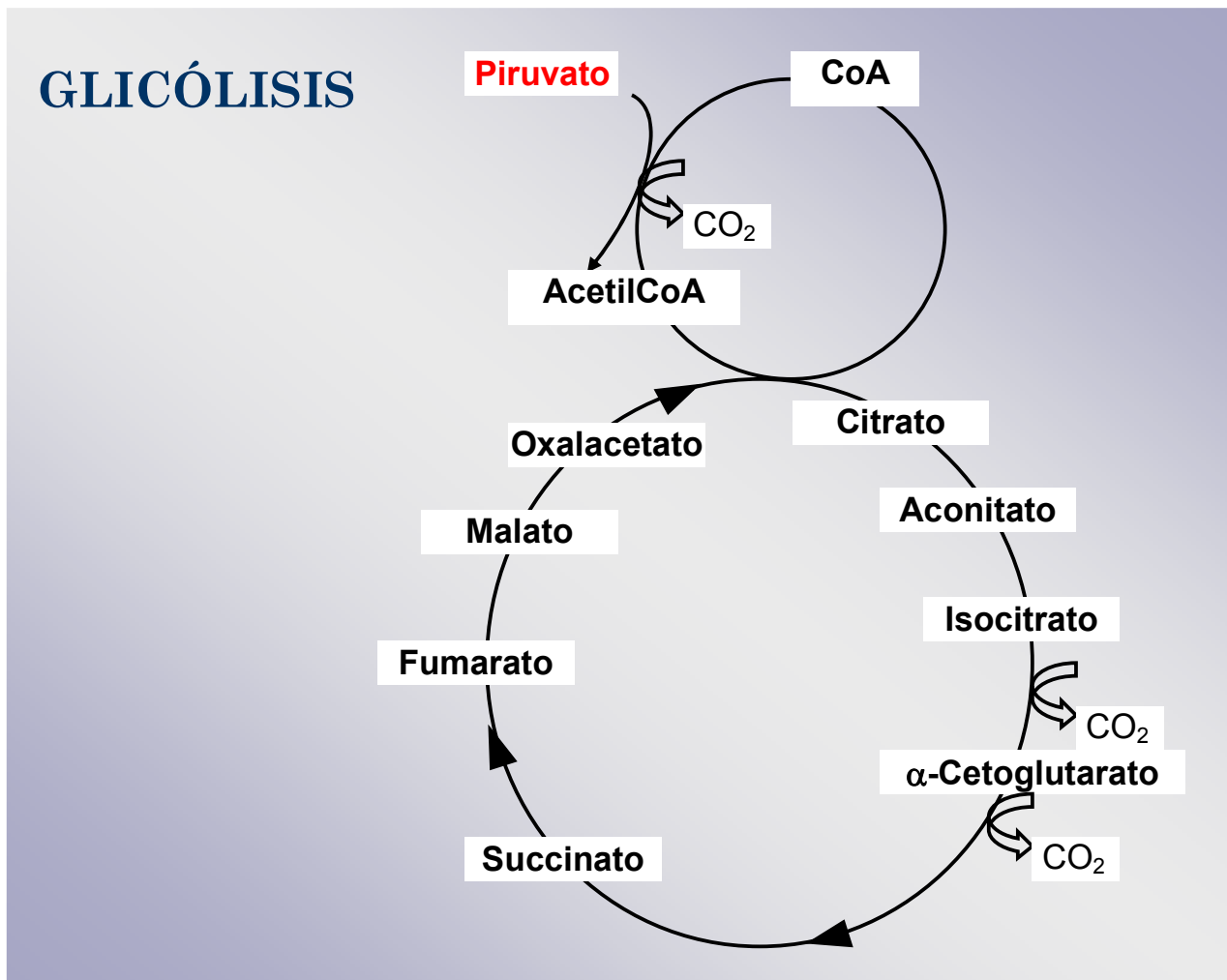
## Almidón como carbohidrato de reserva



## Vía de oxidación del malato

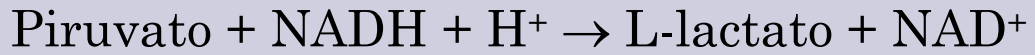


## ◇ CICLO DE LOS ÁCIDOS TRICARBOXÍLICOS

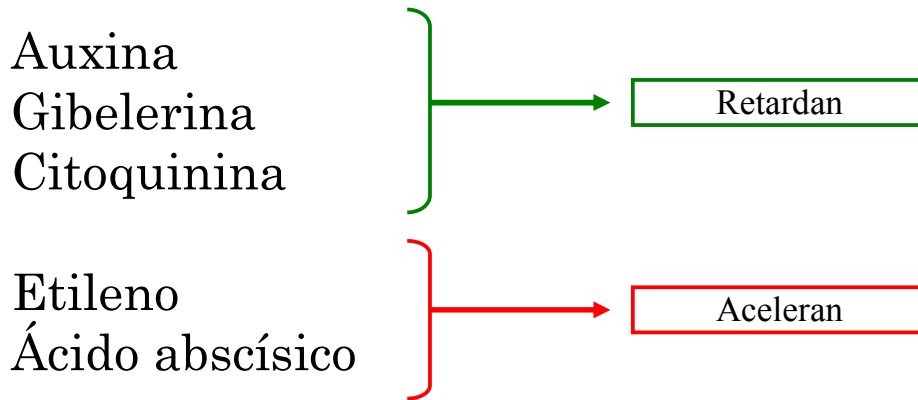




# Respiración anaeróbica



## ETILENO Y MADURACIÓN



**Etileno:** hormona de la maduración. 0,05  $\mu\text{l/h.g}$  de tejido

*Frutas climatéricas:* exhiben pico de etileno previo al climaterio (a veces coincidente o posterior)

pico de etileno ( $\mu\text{l/h.g}$ )	
Palta.....	500
Banana.....	40
Mango.....	3
Pera.....	40
Tomate.....	27

*Frutas no climatéricas:* exhiben disminución en la producción de etileno

etileno ( $\mu\text{l/h.g}$ )	
Limón.....	0,1-0,2
Naranja.....	0,1-0,3
Ananá.....	0,2-0,4

# Sistemas de control de etileno

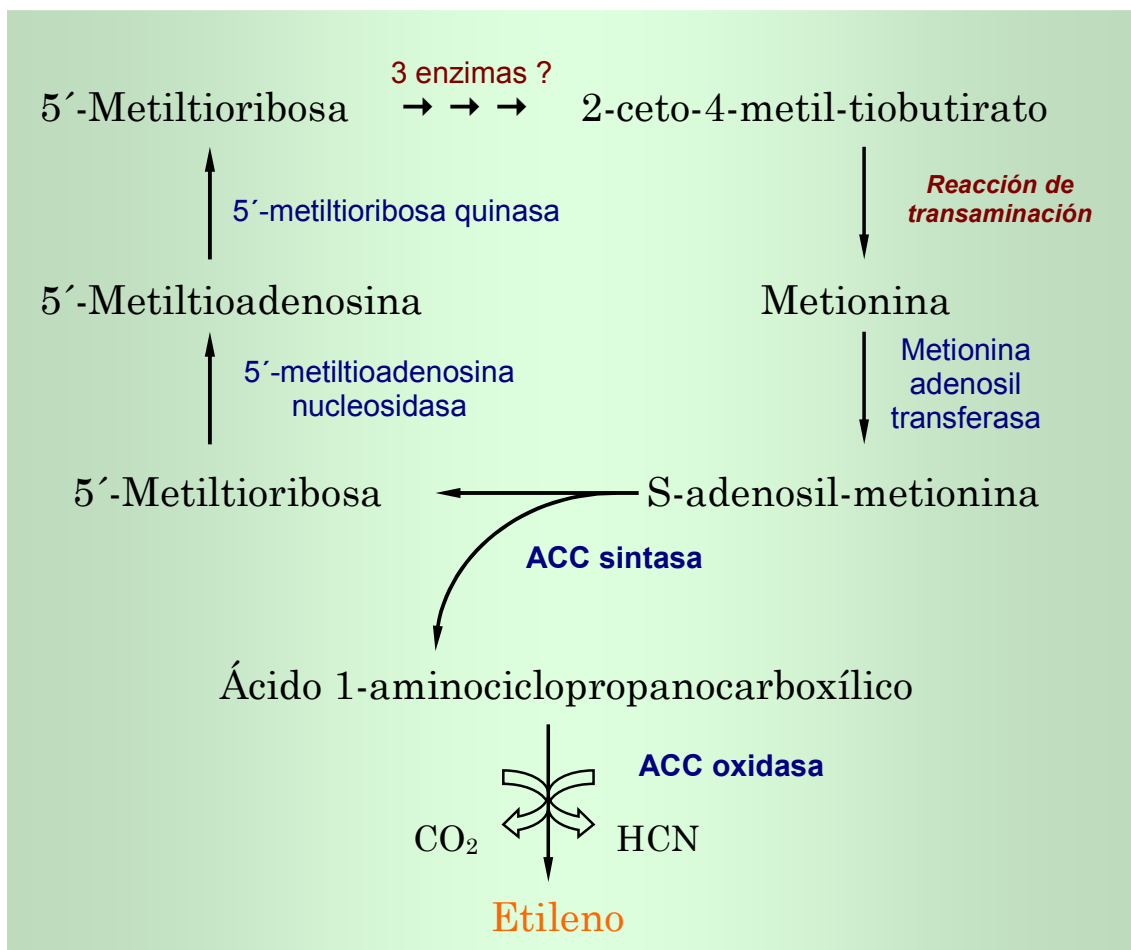
Frutas climatéricas → biosíntesis autocatalítica

Sistema 1: Frutas climatéricas y no climatéricas. Producción de etileno basal y por daño físico del tejido

Sistema 2: Frutas climatéricas. Producción autocatalítica

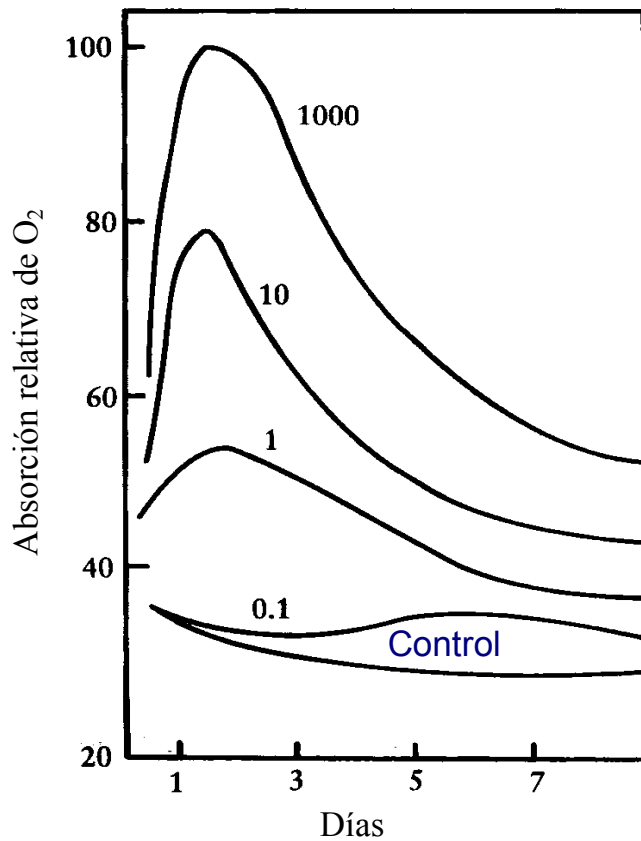
## Biosíntesis de etileno

Vía común en todos los tejidos (1979)

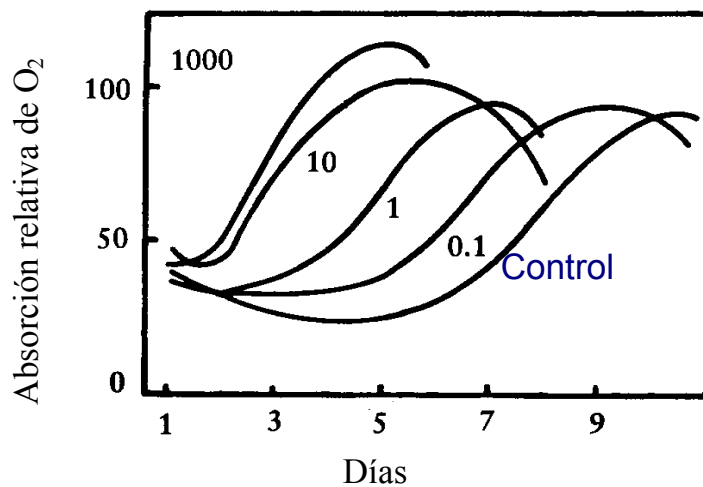


# Respuesta de frutas a etileno exógeno

Importante en el almacenamiento



NO  
CLIMATÉRICAS



CLIMATÉRICAS

Efecto de etileno exógeno en la respiración de frutas