



# Tecnologie Alimentari

# Tecnologie Alimentari

## Tecnologie trasformative

- fermentative;
- di formulazione;
- estrattive;
- altre (rimozione di parti sgradite o inedibili).

## Tecnologie conservative

- a breve termine;
- a medio termine;
- a lungo termine.



## Tecnologie Trasformative

- estrazione olio
- industria saccarifera
- estrazione proteine
- panificazione
- bevande analcoliche
- industria cioccolato e simili
- industria dolciaria
- industria pigmenti

- caseificazione
- vinificazione
- lattici fermentati
- conserve vegetali
- succhi di frutta
- precotti

- surgelazione di carni e vegetali
- disidratati e liofilizzati
- sottoaceti
- appertizzati

## Tecnologie Conservative

# Le tecnologie conservative

- *surgelati*
- *disidratati e liofilizzati*
- *sottaceti*
- *appertizzati*

# Cause di deperibilità degli alimenti

1. Attività di organismi animali superiori

- Artropodi (insetti)

2. Attività di microrganismi

- batteri

- lieviti

3. Reazioni enzimatiche endogene

- muffe
- idrolisi proteine, lipidi, pectine

4. Reazioni chimiche endogene

- ossidaz. lipidi
- ossidaz. sost. fenoliche

- e vitamine
- ossidaz. non enz. vitamine

5. Fenomeni fisici

- reaz. di Maillard
- perdita e assorbimento  $H_2O$

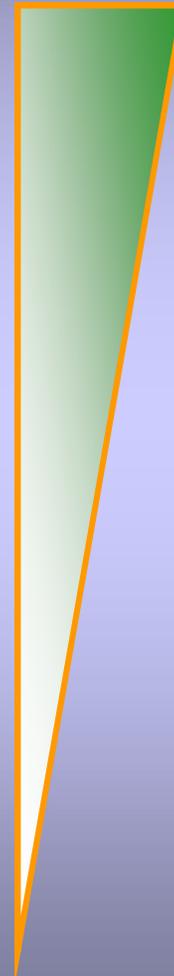
- caramellizzazione zuccheri
- cristallizzazione e

- precipitazione dei soluti

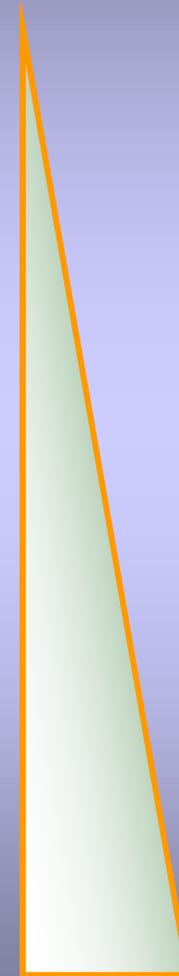
- migrazione dei nutrienti

1. Attività di organismi animali superiori
2. Attività di microrganismi
3. Reazioni enzimatiche endogene
4. Reazioni chimiche endogene
5. Fenomeni fisici

Virulenza nella  
aggressività



Difficoltà  
nel controllo



## ○ Classificazione/Riepilogo delle tecniche conservative

### **Criterio conservativo**

1) Rimozione diretta microrganismi

2) Utilizzo trattamenti fisici:

2.1) Calore

### **Tecnica operativa**

- Filtrazione
- Centrifugazione
  
- Appertizzazione
- Pastorizzazione

## ○ Classificazione/Riepilogo delle tecniche conservative

### **Critério conservativo**

1) Rimozione diretta microrganismi

2) Utilizzo trattamenti fisici:

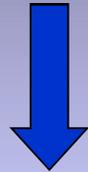
2.1) Calore

2.2) Radiazioni

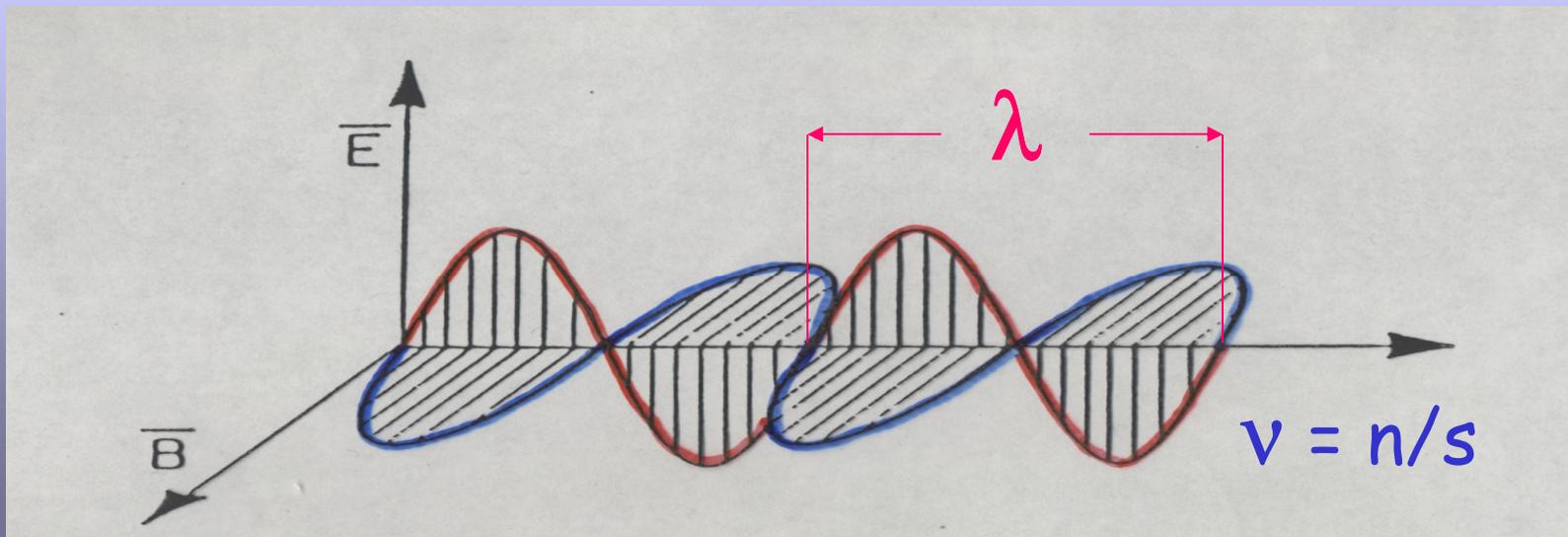
### **Tecnica operativa**

- Filtrazione
- Centrifugazione
  
- Appertizzazione
- Pastorizzazione
- Cottura
- Scottatura
  
- Radiosterilizzazione
- Radiopastorizzazione
- Radiodisinfestazione
- Sterilizzazione U.V.
- Pastorizzazione U.V.
- Radioantigermogliamento

# Radiazione elettromagnetica



Simultanea alterazione nel campo elettrico e magnetico



$V$  = velocità di propagazione di un onda

$$= \nu \cdot \lambda$$

dove:

$\lambda$  = lunghezza d'onda, ampiezza  
assunta dall'armonica di base;

$\nu$  = frequenza con cui l'armonica di  
base si ripete nell'unità di tempo.

La velocità di propagazione delle radiazioni  
elettromagnetiche = costante

= velocità della luce

=  $c$  (300000 km/s)

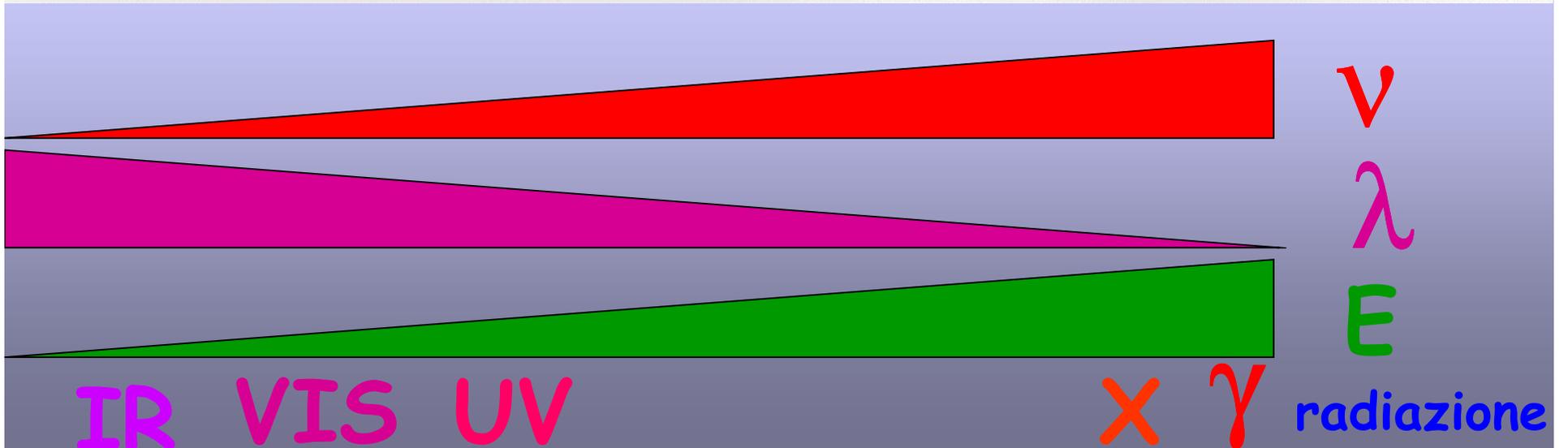
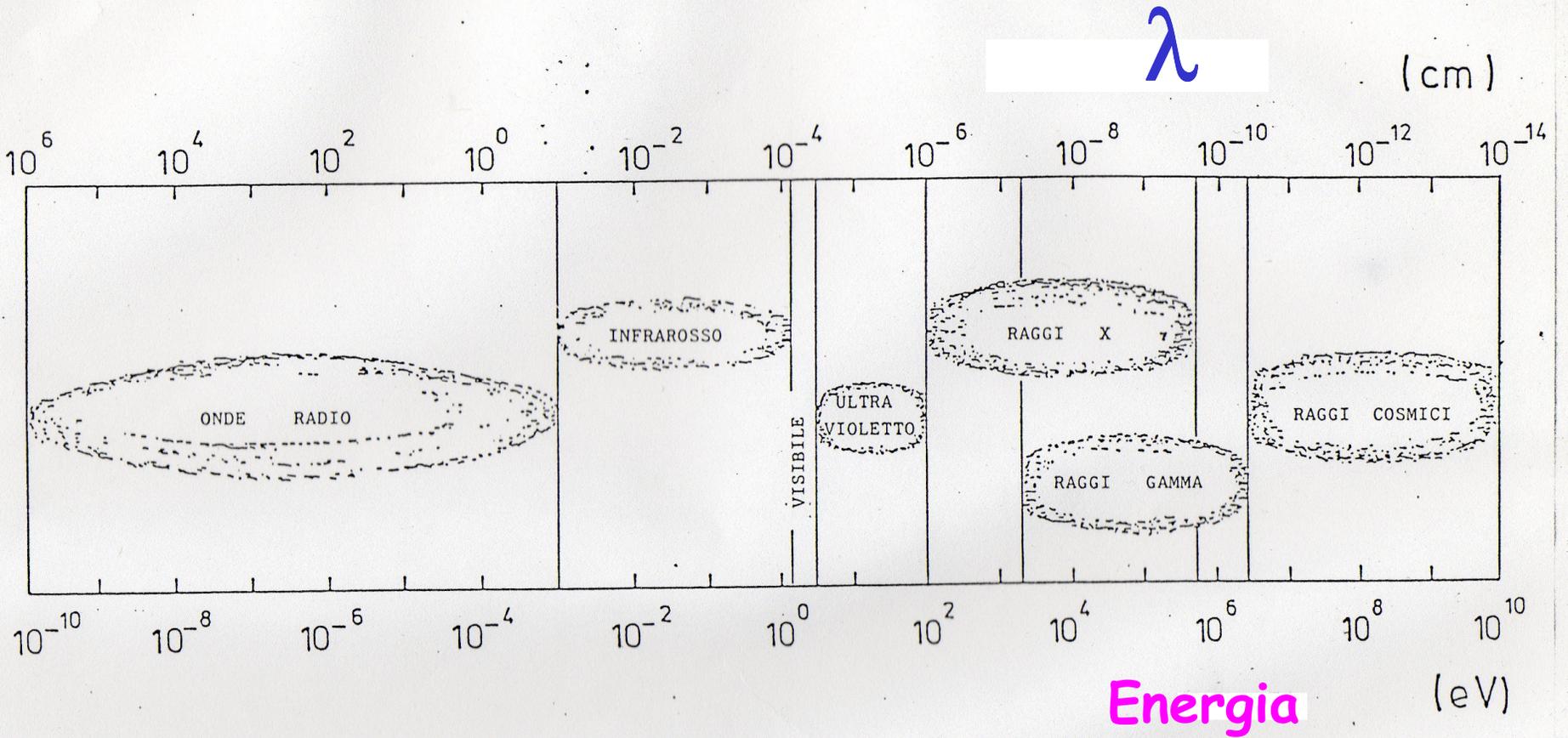
$$V = \text{cost.} = c = \nu \cdot \lambda$$

$$c = \nu \cdot \lambda \rightarrow \nu = c / \lambda$$

Poiché l'energia (E) associata ad una radiazione elettromagnetica è data da:

$$E = \text{energia} = h \cdot \nu$$

$h$  = costante di Planck ( $6.626 \cdot 10^{-27} \text{ erg}\cdot\text{s}^{-1}$ )



## Criterio conservativo

### 3) Alterazione della composizione chimica dell'alimento

#### 3.1) riduzione $a_w$

## Tecnica operativa

- Concentrazione termica
- Crioconcentrazione
- Concentrazione su membrana
- Essiccamento
- Liofilizzazione
- Conservazione sotto sale
- Addizione di zuccheri
- Congelamento
- Surgelazione

## Tenore in acqua di alcuni alimenti

Valori di  $a_w$

Esempi di alimenti

1,0 - 0,95

Mollica di pane

0,87 - 0,80

Farina, riso, legumi secchi

0,65 - 0,60

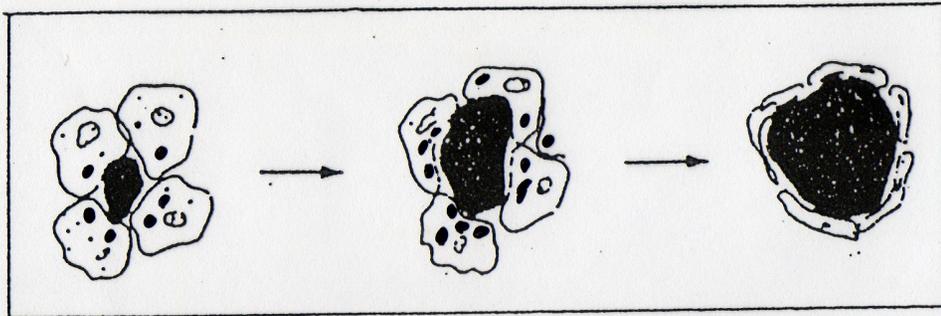
Frutti disidratati, caramelle

0,30

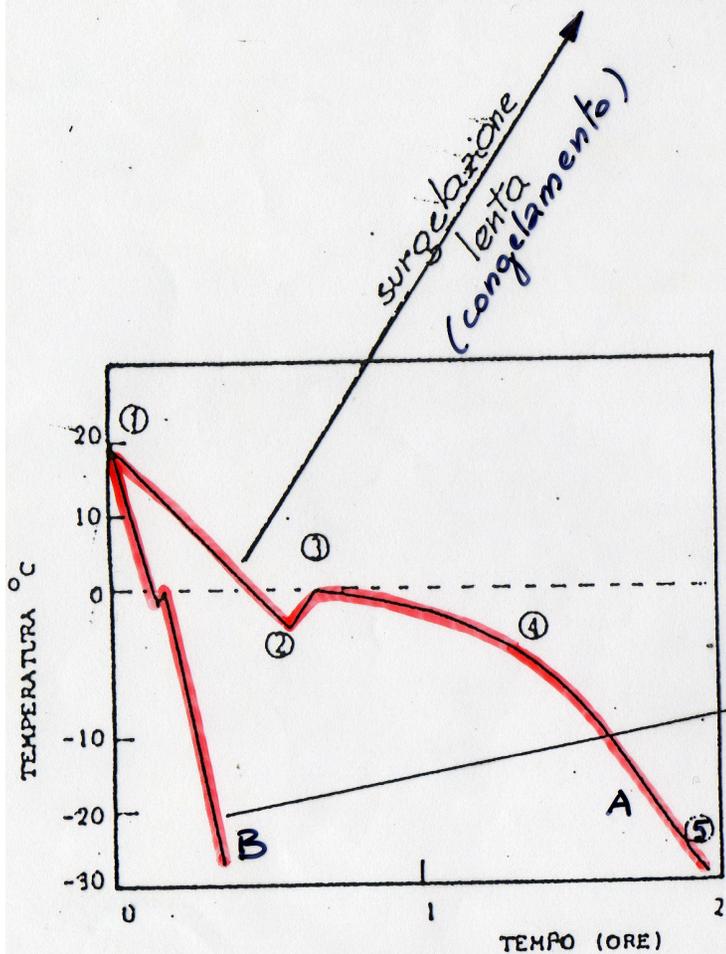
Biscotti, pangrattato

0,20

Latte intero in polvere,  
legumi disidratati

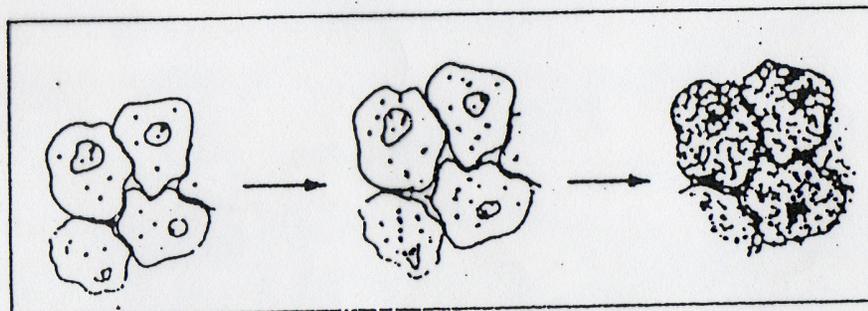


Il ghiaccio (macrocristalli) è prevalentemente extracellulare



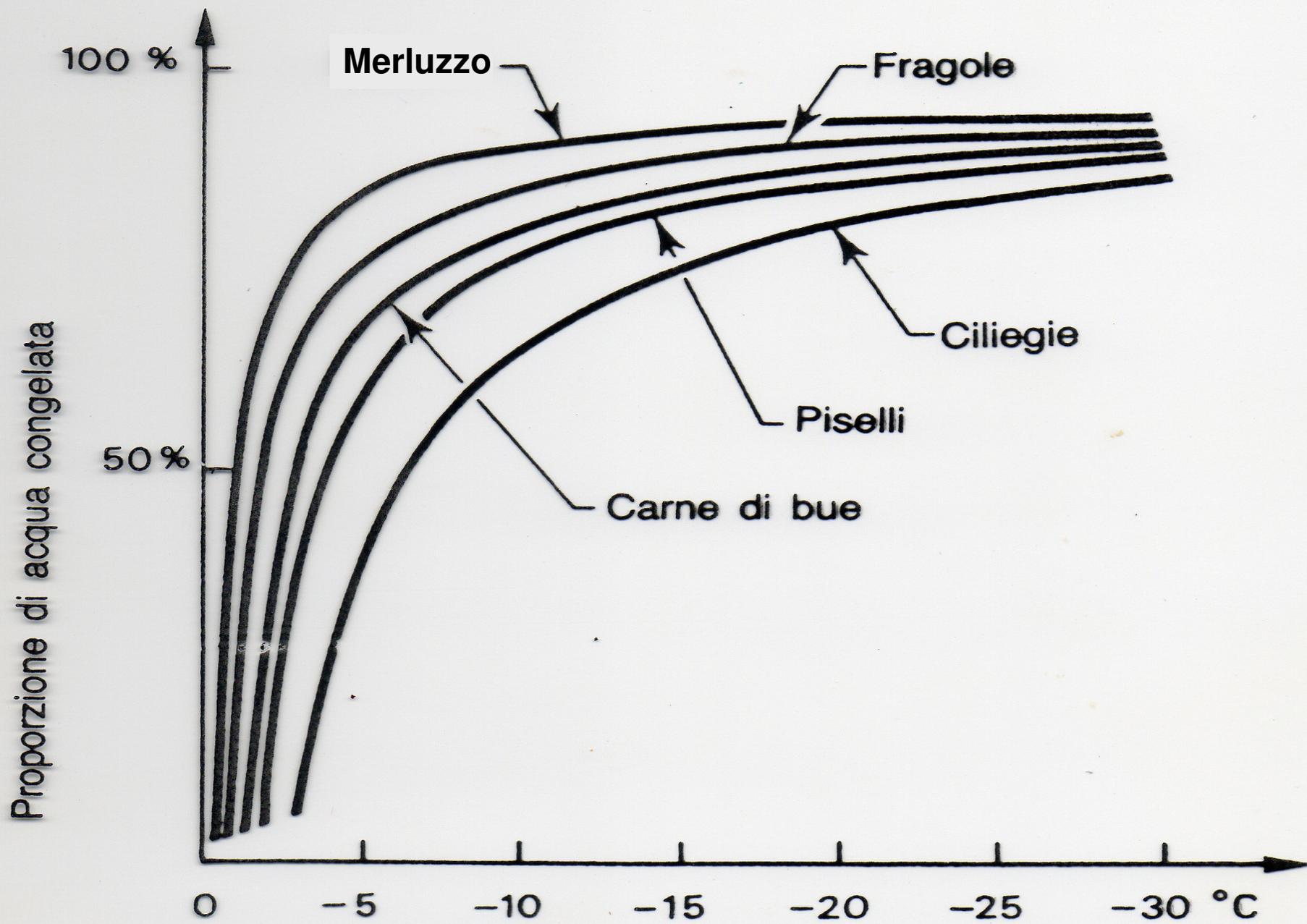
surgelazione  
lenta  
(congelamento)

surgelazione  
rapida  
(surgelazione)



L'acqua cristallizza all'interno della cellula in forma di microcristalli

Tipiche curve di congelamento (A) e di surgelazione (B)



Acqua liquida nei diversi alimenti durante il congelamento.

## criterio conservativo

3.2) aggiunta di additivi

3.3) promozione processi fermentativi

## Tecnica operativa

- Conservazione sotto aceto
- Affumicamento
- Conservazione sotto spirito
- Impiego antiossidanti
- Impiego antibiotici
  
- Fermentazione lattica
- Fermentazione alcolica

## Critério conservativo

### 4) Modificazione dell'ambiente di conservazione

#### 4.1) impiego del freddo

#### 4.2) atmosfere modificate

## Tecnica operativa

- Refrigerazione
- Congelamento
- Surgelazione
  
- Conservazione A.C.
- Conservazione ipobarica
- Conservazione sotto N<sub>2</sub>
- Conservazione sotto olio

# la macchina frigorifera

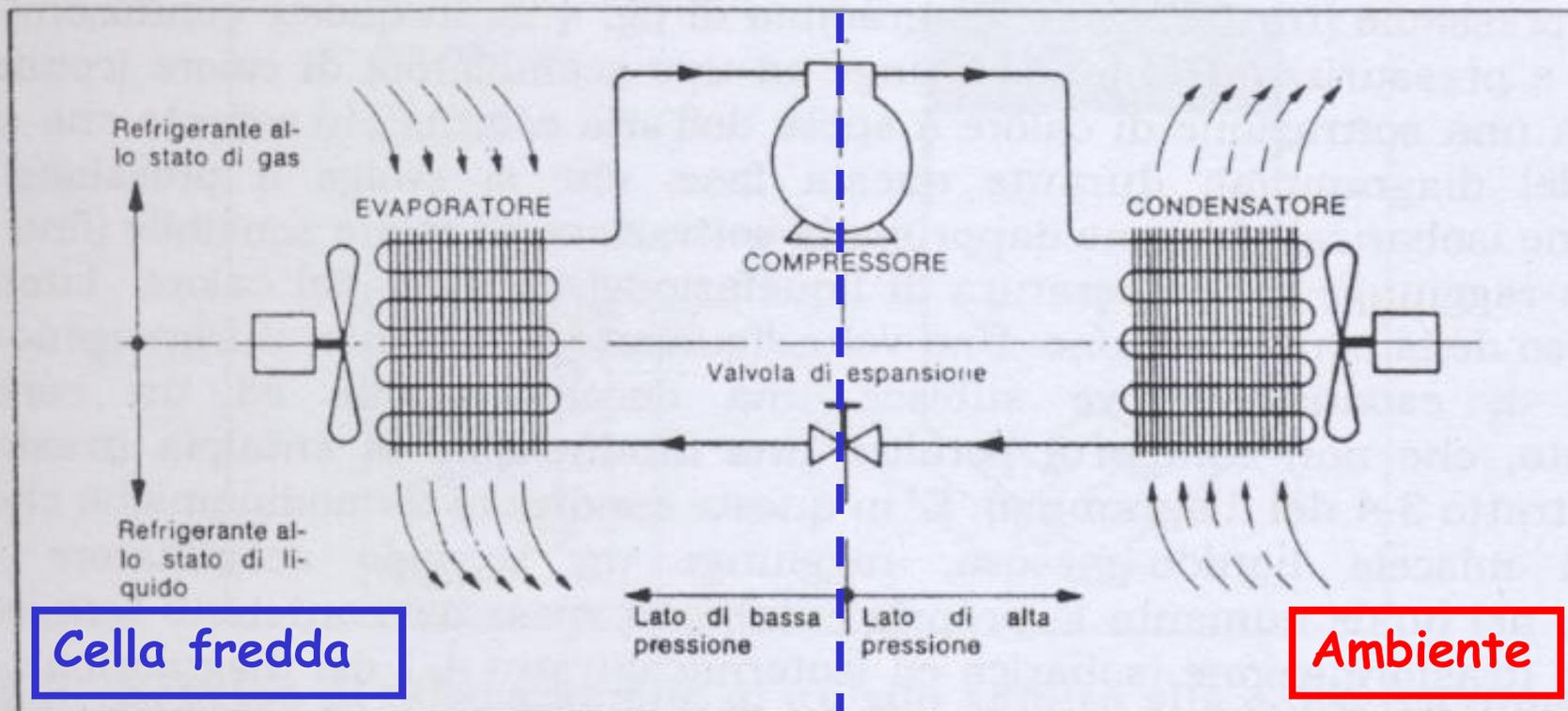


Figura 4.1 - Schema semplificato di impianto frigorifero

- Cenni sulla fisiologia degli ortofrutticoli in post-raccolta

## un ortofrutticolo:

- essendo metabolicamente attivo anche in post raccolta esibisce attività respiratoria;
- possiede un'elevata capacità di difesa nei confronti degli attacchi di origine microbica e può essere conservato anche per tempi relativamente prolungati allo stato fresco;
- presenta valori di densità inferiori all'unità ( $< 1 \text{ g/cm}^3$ ) per cui è caratterizzato dalla presenza di una frazione più o meno rilevante del suo volume che è occupato da componenti gassosi (spazio intercellulare).

Lo spazio intercellulare viene a svolgere all'interno dei vegetali una funzione molto simile a quella che il sistema cardiocircolatorio esercita in un organismo animale.

L'entità dello spazio intercellulare varia considerevolmente:

- tra il 3.5 ed il 66 % del volume totale della foglia;
- inferiore all'1% nel caso di alcune patate;
- circa il 36 % nel caso di alcune mele.

Efficienza spazio intercellulare dipende dal:

- ❖ suo volume;
- ❖ livello della sua continuità;
- ❖ grado con cui è riempito di gas;
- ❖ velocità con cui procede il processo respiratorio.

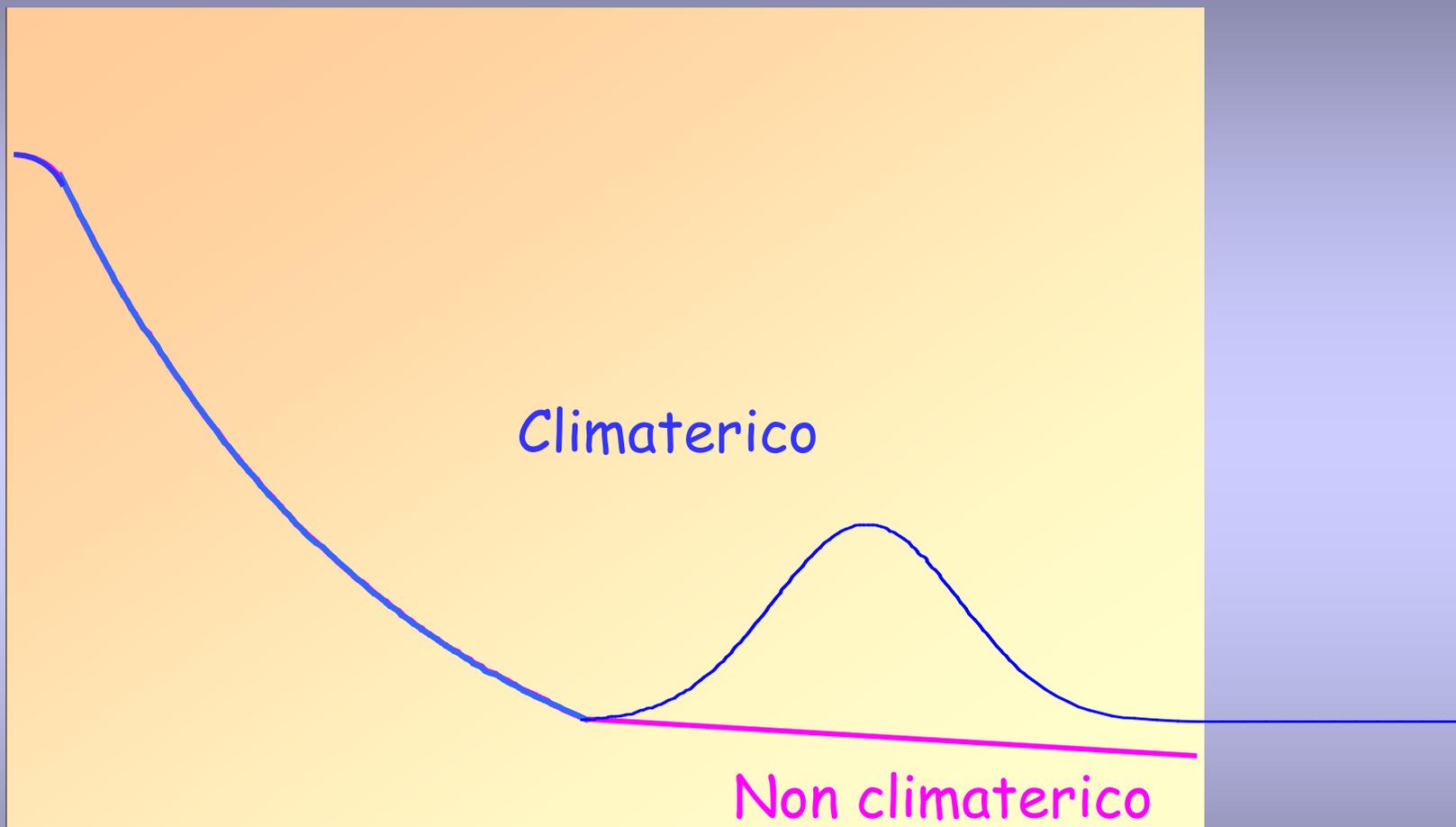
L'efficienza del sistema di aerazione appare assai elevata. Nella patata (<1%) il gradiente di concentrazione tra periferia e centro < 0,5 %

Senescenza = riduzione dello spazio intercellulare

## Attività respiratoria di alcuni ortofrutticoli (aria; T = 5 °C)

Classe	Attività respiratoria [mg CO <sub>2</sub> /(kg·h)]	Prodotto ortofrutticolo
a	< 5	frutta secca, datteri, semi
b	5 - 10	mele, agrumi, patate, actinidia, uva, cipolle, aglio
c	10 - 20	albicocche, banane, ciliegie, pesche, nettarine, pere, susine, carote, cavolo, lattuga, peperoni, pomodori
d	20 - 40	fragole, frutti di bosco, cavolfiori, fagioli, avocado
e	40 - 60	carciofi, fagiolini, cipolle verdi, cavolini di Bruxelles, fiori recisi
f	> 60	asparagi, broccoli, funghi, piselli, spinaci, granturco dolce

**Attività respiratoria**



**Epoca di maturazione**

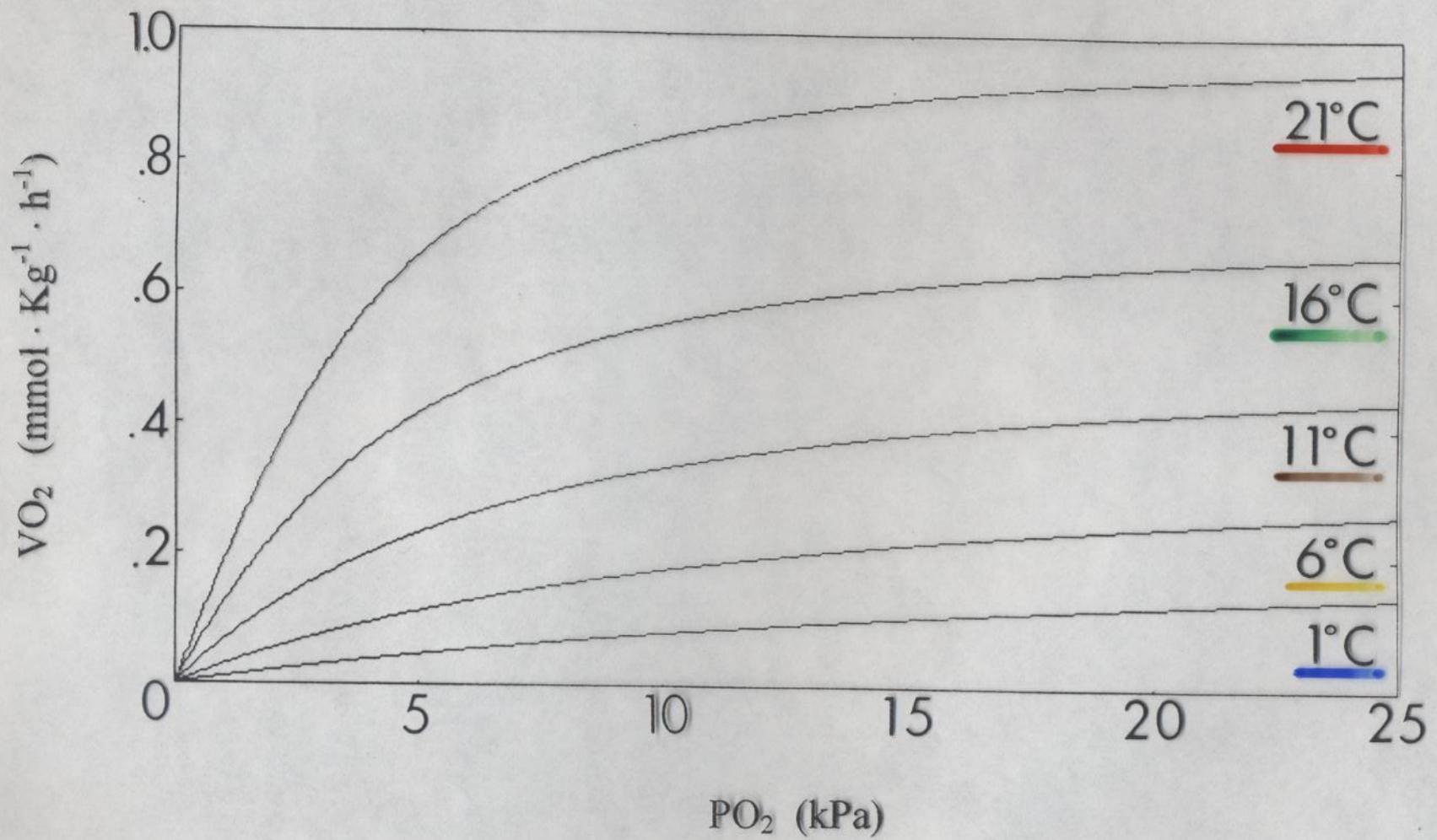


$$\Delta G_R \ll 0 \quad (-678.5 \text{ kcal/mole})$$

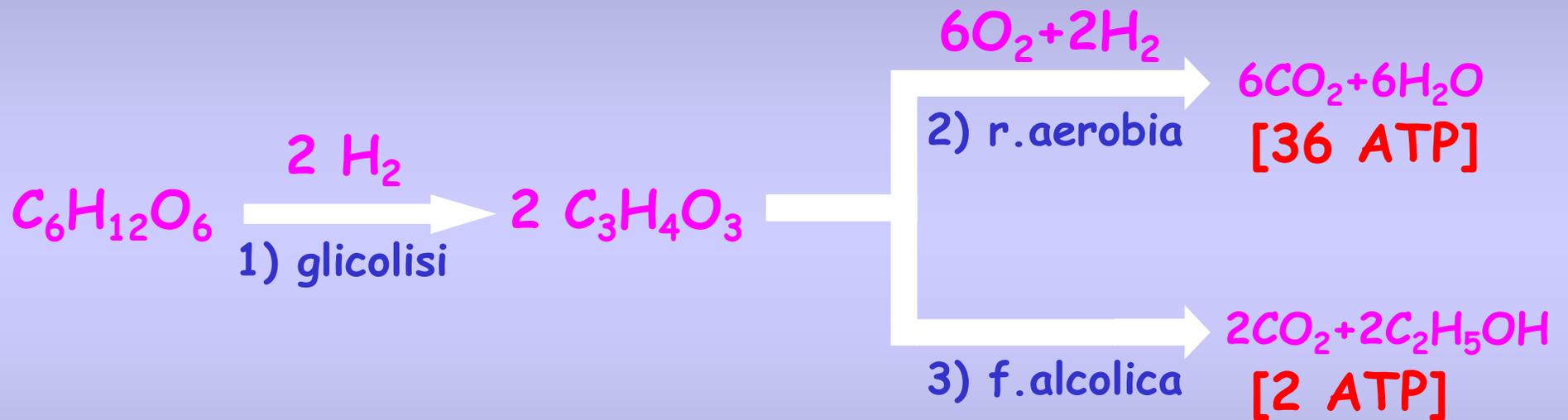
$\text{O}_2$  = reagente gassoso

$\text{O}_2$  (nell'atmosfera)  $\leftrightarrow$   $\text{O}_2$  (negli spazi intercellulari)  $\leftrightarrow$   
 $\text{O}_2$  (nella cellula)  $\leftrightarrow$   $\text{O}_2$  (nei mitocondri)

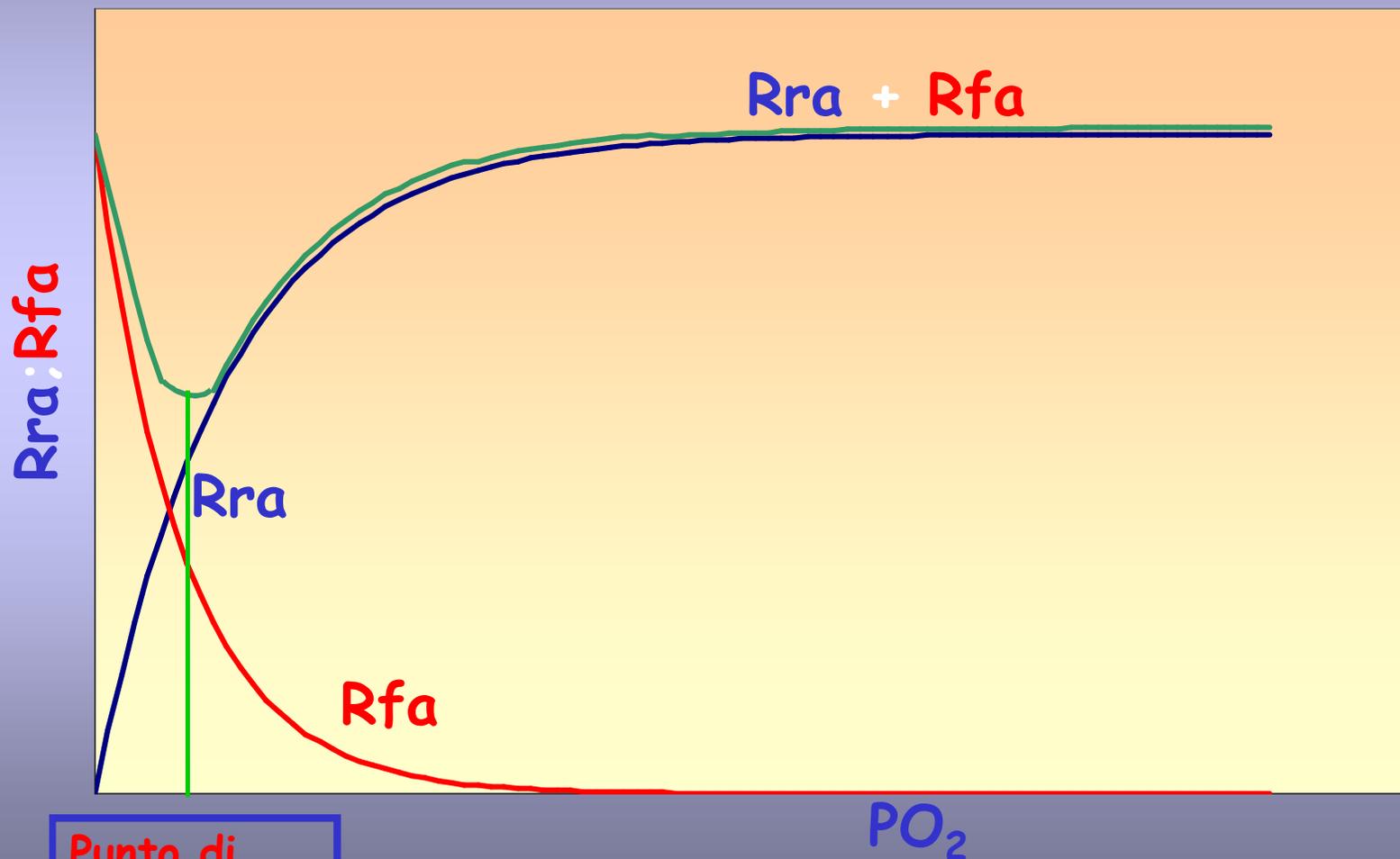
Equilibrio dinamico tra materiale in  
conservazione e l'atmosfera esterna



# Le vie biosintetiche coinvolte

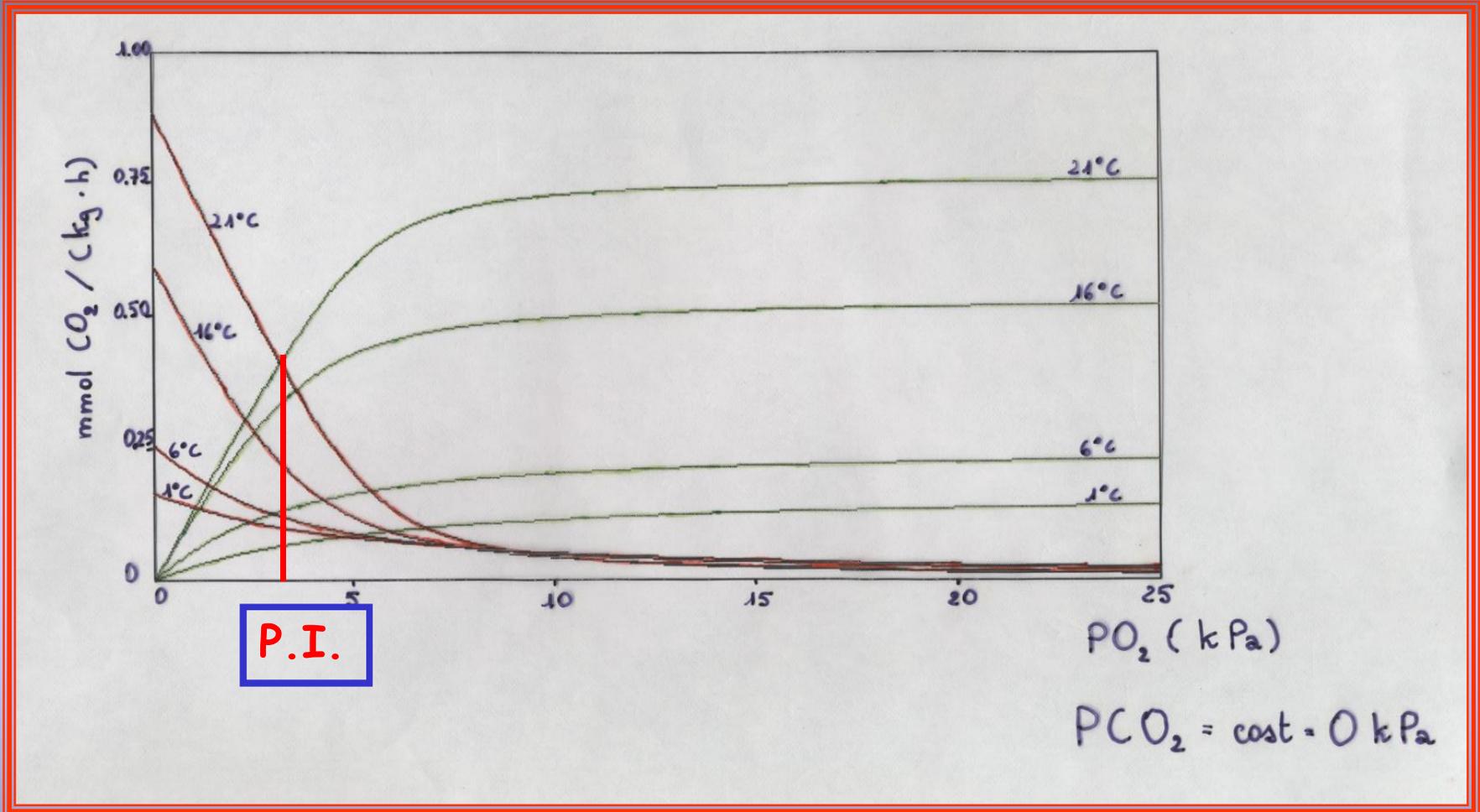


La velocità della respirazione aerobia ( $R_{ra}$ ) e della fermentazione alcolica ( $R_{fa}$ ) al variare della  $PO_2$  adottata



Punto di  
Inversione

Formule conservative = valori da attribuire alle variabili operative



$PO_2$  = valore prossimo al punto di inversione (P.I.) alla temperatura considerata

# La tecnologia conservativa utilizzata

CA



Controlled Atmosphere

DCA



Dinamic Controlled Atmosphere

RCA



Rapid Controlled Atmosphere

ILOS



Initial Low Oxygen Stress

ULO



Ultra Low Oxygen

ULE



Ultra Low Ethylene

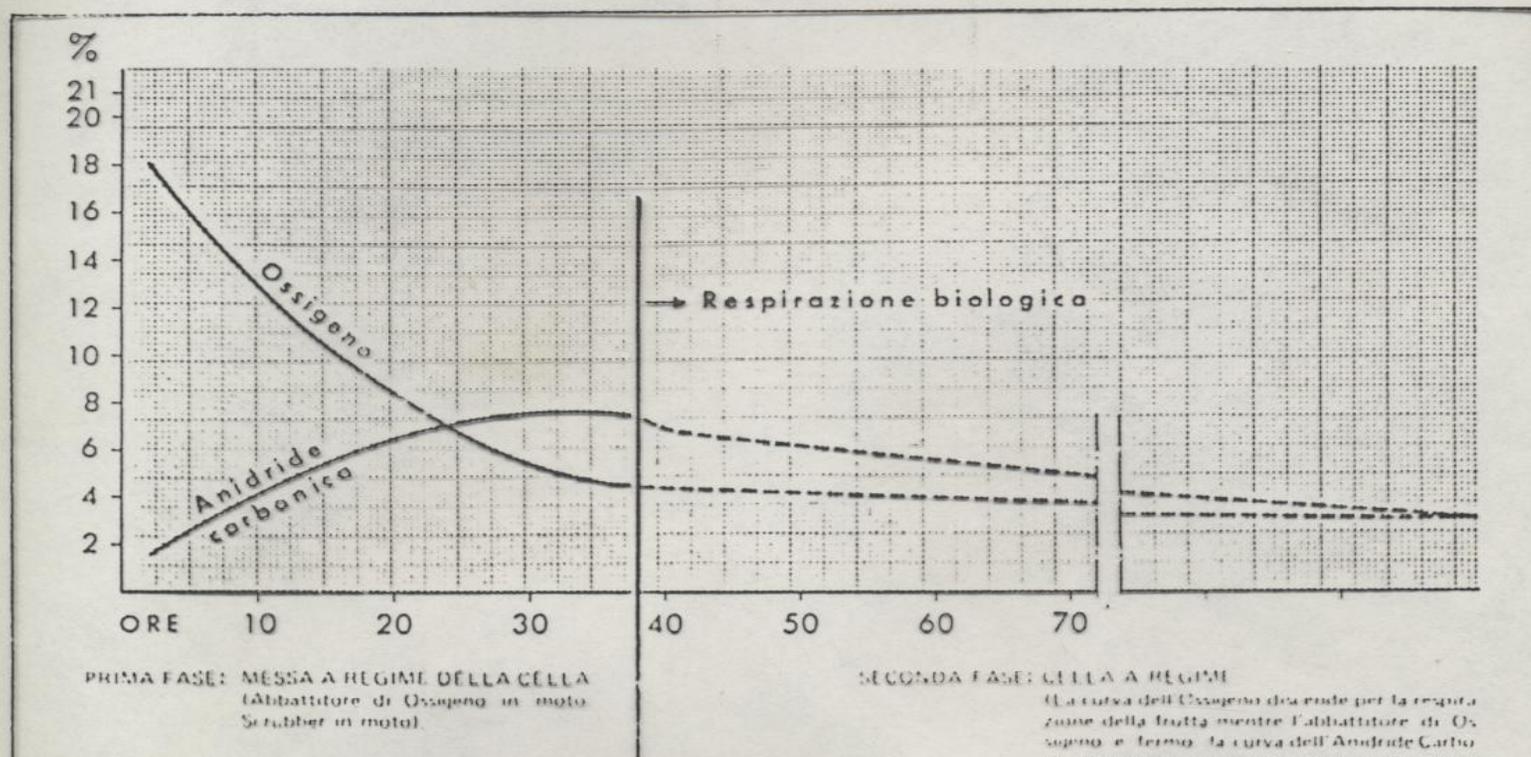
LECA



Low Ethylene C.A.

# ATMOSFERA BIOLOGICA

aperta



PRIMA FASE: MESSA A REGIME DELLA CELLA  
(Abbattitore di Ossigeno in moto  
Scrubber in moto).

SECONDA FASE: CELLA A REGIME  
(La curva dell'Ossigeno discende per la respira-  
zione della frutta mentre l'abbattitore di Os-  
sigeno è fermo; la curva dell'Anidride Carbo-  
nica discende perché lo scrubber è in moto).

Variazione del contenuto di  $\text{CO}_2$  ed  $\text{O}_2$  in una cella per la conservazione di frutta alla temperatura di  $+3^\circ\text{C}$ . Le condizioni ottimali si ottengono dopo  $40 \div 50$  ore di funzionamento.

Fig. 4 - Messa a regime di una cella ad atmosfera controllata (sistema Oxy-Block Termomeccanica).

$$PO_2 + PCO_2 < 21\%$$

**Formule conservative raccomandate per la  
frigoconservazione dei frutti in atmosfera  
controllata (Anelli et al., 1990; Meheriuk, 1990).**

<b>Specie</b>	<b>Varietà</b>	<b>Temp. (°C)</b>	<b>%O<sub>2</sub></b>	<b>%CO<sub>2</sub></b>	<b>U.R. (%)</b>	<b>Cons. (gg.)</b>
<u>Mele</u>	<u>Golden D.</u>	<u>-0.5÷2.0</u>	<u>1÷3</u>	<u>1÷5</u>	92÷96	250
	<u>Stayman</u>	<u>-0.5÷3.0</u>	<u>2÷3</u>	<u>2÷5</u>	90÷95	220
	<u>Jonagold</u>	<u>-0.5÷2.0</u>	<u>1÷2.5</u>	<u>1÷3</u>	90÷95	180
<u>Pere</u>	<u>Williams</u>	<u>-1.0</u>	<u>2÷15</u>	<u>1÷4</u>	90÷95	160
	<u>Passa Crassana</u>	<u>-1.0</u>	<u>2÷10</u>	<u>5÷15</u>	90÷97	180
<u>Uva</u>	-	<u>-1.0</u>	<u>2÷10</u>	<u>1÷12</u>	85÷95	180
<u>Arance</u>	-	<u>3.5</u>	<u>5÷15</u>	<u>0÷2</u>	85÷90	50

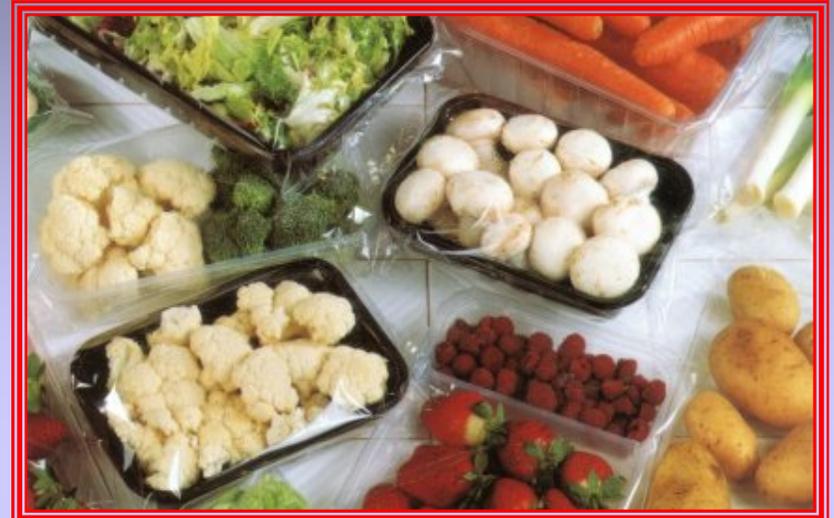
**PO<sub>2</sub> + PCO<sub>2</sub> << 21%**

**Formule conservative adottate da vari paesi per la  
frigoconservazione in atmosfera controllata delle  
mele *Golden Delicious* (Herregods, 1993).**

<b>Nazione</b>	<b>Regione</b>	<b>Temp.°C</b>	<b>% O<sub>2</sub></b>	<b>% CO<sub>2</sub></b>
<b>Sud Africa</b>	-	<b>-0.5</b>	<b>1.5</b>	<b>1.5</b>
<b>Israele</b>	-	<b>-0.5</b>	<b>1.0÷1.5</b>	<b>2.0</b>
<b>Belgio</b>	-	<b>0.5</b>	<b>2.0</b>	<b>2.0</b>
<b><u>Italia</u></b>	-	<b><u>0.5</u></b>	<b><u>1.5</u></b>	<b><u>2.0</u></b>
<b>Olanda</b>	-	<b>1.0</b>	<b>1.2</b>	<b>4.0</b>
<b>Cina</b>	-	<b>5.0</b>	<b>2.0÷4.0</b>	<b>4.0÷8.0</b>
<b><u>U.S.A.</u></b>	<b><u>N.Y.</u></b>	<b><u>0.0</u></b>	<b><u>1.5÷2.0</u></b>	<b><u>2.0÷3.0</u></b>
	<b><u>Pennsylvania</u></b>	<b><u>-0.05</u></b>	<b><u>1.3÷2.3</u></b>	<b><u>0.0÷0.3</u></b>
	<b><u>Washington</u></b>	<b><u>1.0</u></b>	<b><u>1.0÷1.5</u></b>	<b><u>&lt; 3.0</u></b>
<b><u>Canada</u></b>	<b><u>B.C.</u></b>	<b><u>0.0</u></b>	<b><u>1.0÷1.2</u></b>	<b><u>1.5</u></b>
	<b><u>Ontario</u></b>	<b><u>0.0</u></b>	<b><u>2.5</u></b>	<b><u>2.5</u></b>
<b><u>Australia</u></b>	<b><u>Sud</u></b>	<b><u>0.0</u></b>	<b><u>2.0</u></b>	<b><u>2.0</u></b>
	<b><u>Victoria</u></b>	<b><u>0.0</u></b>	<b><u>1.7</u></b>	<b><u>3.0</u></b>
<b><u>Germania</u></b>	<b><u>Sassonia</u></b>	<b><u>2.0</u></b>	<b><u>1.3÷1.5</u></b>	<b><u>1.7÷1.9</u></b>
	<b><u>Westfalia</u></b>	<b><u>1.0÷2.0</u></b>	<b><u>1.0÷2.0</u></b>	<b><u>3.0÷5.0</u></b>

- Tecnologia M.A.P. = **M**odified **A**tmosphere **P**ackaging

# L'impiego di film a diversa permeabilità e di atmosfere modificate nella conservazione degli alimenti



## Film attivi

- ✓ sequestranti di ossigeno
- ✓ sequestranti di umidità
- ✓ estrattori/emettitori di  $CO_2$
- ✓ controllori di livello ed inibitori microbici in genere
- ✓ regolatori di umidità

MAP

*Fine della presentazione*

