Caso prático – **Degradação nos alimentos** *(hortofrutícolas)*

Cristina L.M. Silva
Teresa S. Brandão
Elsa Gonçalves

UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA
Escola Superior de Biotecnologia

4 de Março 2011

Enquadramento

Hortofrutícolas

Vitaminas

[Vit C,
pro-vitamina A]

Minerais

[K, Zn, Ca, Mg,
Cu...]

Compostos protectores

[flavenóides..]

Fibras

[complantix]

Baixas calorias

Sabores diversos

Cores apelativas

Aliados essenciais para a prática de hábitos alimentares saudáveis

Hortofrutícolas frescos

As características fisiológicas e de composição química, determinam a elevada perecibilidade

Produtos	Temperatura (ºC)	HR (%)	Tempo
Manga	12	85	2-3 semanas
Maçã	2	-	4 meses
Cereja	4	90	9 dias
Pepino	14	90-95	10 dias
Abóbora	10	75	2-3 meses
Feijão-verde	5-6	90-95	7-10 dias
Cenoura	2	90	1-2 semanas
Brócolos	0	60	1-2 dias
Couve-flor	2	90-95	30 dias
Beringela	8-10	90-95	10-14 dias

Enquadramento

Hortofrutícolas congelados

Enquadramento
A qualidade dos HF_Congelados

Tratamento térmico de branqueamento (TT_B)

No entanto …

Afecta negativamente os factores da qualidade…

Objectivos:

Inactivar enzimas degradativas

- Referência: Peroxidase (POD)

Físicas e organolépticas

- Textura
- Cor

Nutricionais

- Vitaminas
- Sais minerais
- Pigmentos

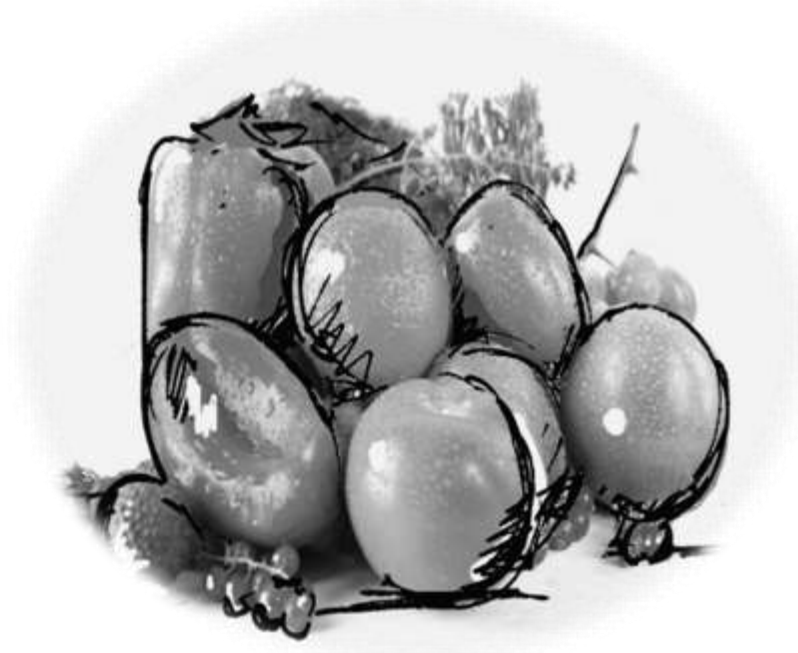
E ainda:

Eliminar bactérias

E contaminantes químicos

…

Operação de branqueamento



Obtenção das cinéticas de inactivação e de alteração da qualidade.

Obtenção da condição optimizada de branqueamento (90% de inactivação da POD e maximização da qualidade).

Branqueamento em água

- Cilindros - 50 mm diâmetro e 15 mm altura;
- T (ºC) : 75, 80, 85, 90 e 95
- t (min): 0-50

Peroxidase

- Bifani et al. (2002)
- Método espectofotométrico
- Abs min^{-1} .g^{-1}

Cor

- Colorímetro Minolta (iluminante C)
- CIE L*a*b*

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$TCD^* = \sqrt{(L_0^* - L^*)^2 + (a_0^* - a^*)^2 + (b_0^* - b^*)^2}$$

Textura

- Texturómetro TA.HDI
- Célula 500N; sonda 5mm
- Firmeza (N) & Energia (J)

Tratamento de dados

- ANOVA

Abóbora *(Cucurbita maxima L.)*

Branqueamento em água

- Floretes 5 cm diâmetro
- T (ºC): 70, 75, 80, 85 e 90
- t (min):0-40

Peroxidase

- Bifani et al. (2002)
- Abs min^{-1} g^{-1}

Cor

- CIE Lab
- Parâmetros: -a*/b*; hue (tan^{-1} b*/a*)

Textura

- Célula Kramer
- Corte
- Firmeza (N)

Análise sensorial

- Cor e textura
- Escala não estruturada de 10 cm
- Nº de provadores: 10

Fenólicos Totais

- Singleton and Rossi (1965)
- mGAE

Brócolos (*Brassica oleracea L. ssp.*)

Cenoura *(Daucus carota L.)*

Branqueamento em água

- Rodelas 5 ± 1 mm
- T (ºC):70, 75, 80, 85 e 90
- t (min): 0-40

Peroxidase

- Bifani et al. (2002)
- Abs min^{-1} .g^{-1}

Cor

- CIE Lab
- Parâmetros: L*, a*, b*

Textura

- Texturómetro TA.HDI
- Célula 500N; sonda 5 mm
- Firmeza (N) & Energia (J)

Fenólicos Totais

- Singleton and Rossi (1965)
- mGAE

Modelar as condições de TT_B

Avaliar o efeito do tempo e temperatura de TT_B na velocidade de inactivação/degradação dos atributos analisados

Atributo no tempo t

Valor inicial

Tempo

Energia de activação

T. referência

Modelos cinéticos

Ordem zero

$$C = C_0 - k_{(T)} t$$

1ª ordem

$$C = C_0 \, e^{-k_{(T)} t}$$

Fraccionário

$$\frac{C - C_{eq}}{C_0 - C_{eq}} = e^{-kt}$$

Velocidade de reacção

$$k_{(T)} = k_{ref} \exp\left[-\frac{Ea}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}}\right)\right]$$

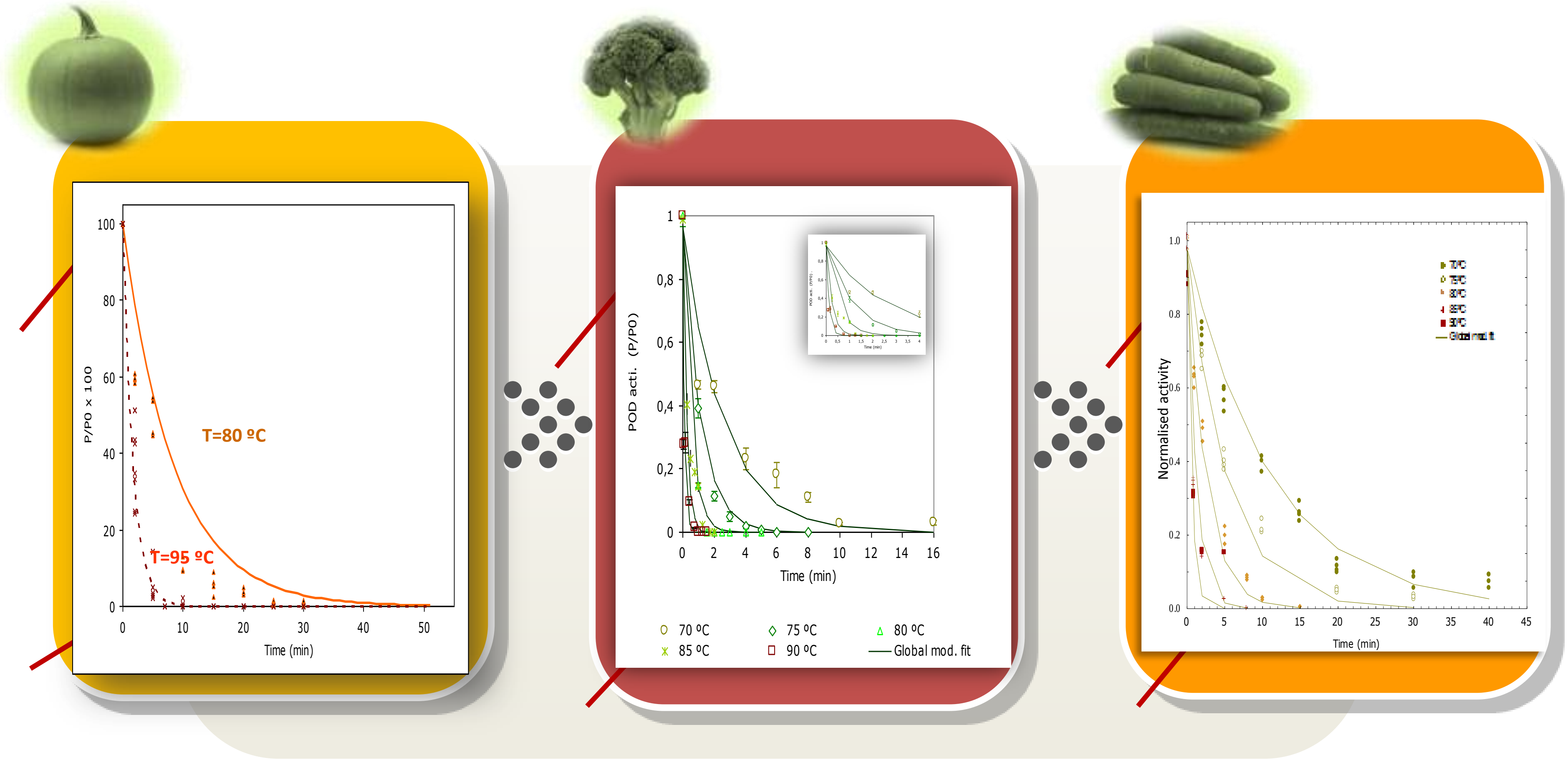
Const. gases

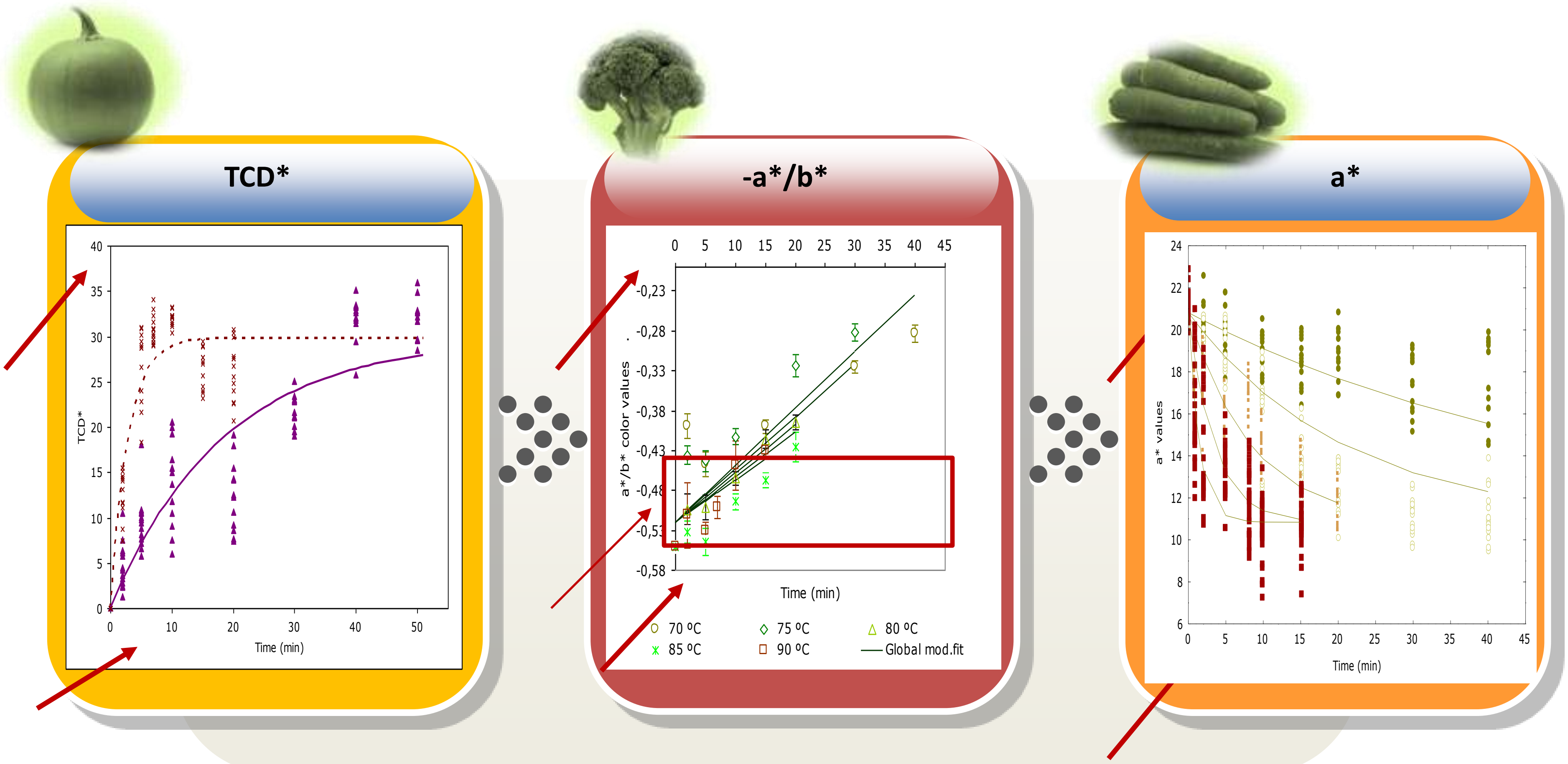
Efeito da T em k

Lei de Arrhenius

Valor de equilíbrio

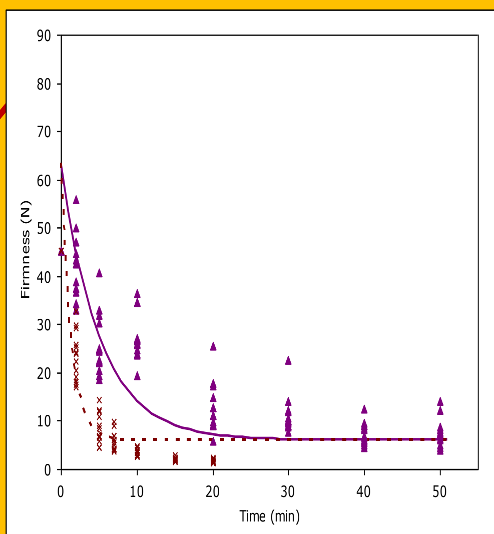
Inactivação da POD



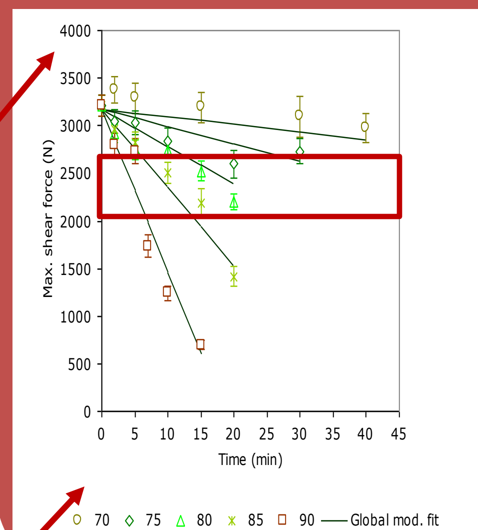


TCD*
TCD*
Time (min)
-a*/b*
a*/b* color values
Time (min)
70 ºC
75 ºC
80 ºC
85 ºC
90 ºC
Global mod.fit
a*
a* values
Time (min)

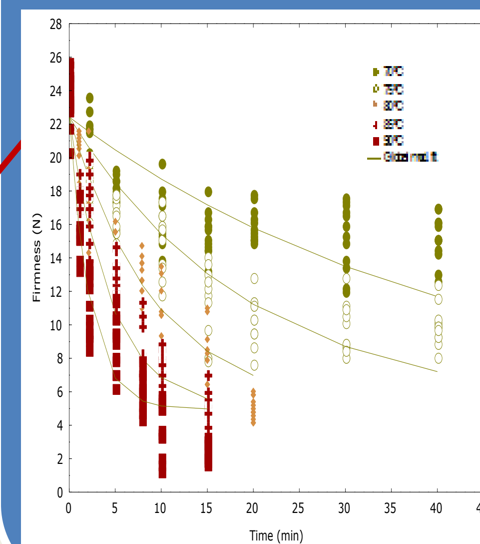
Firmeza (N)



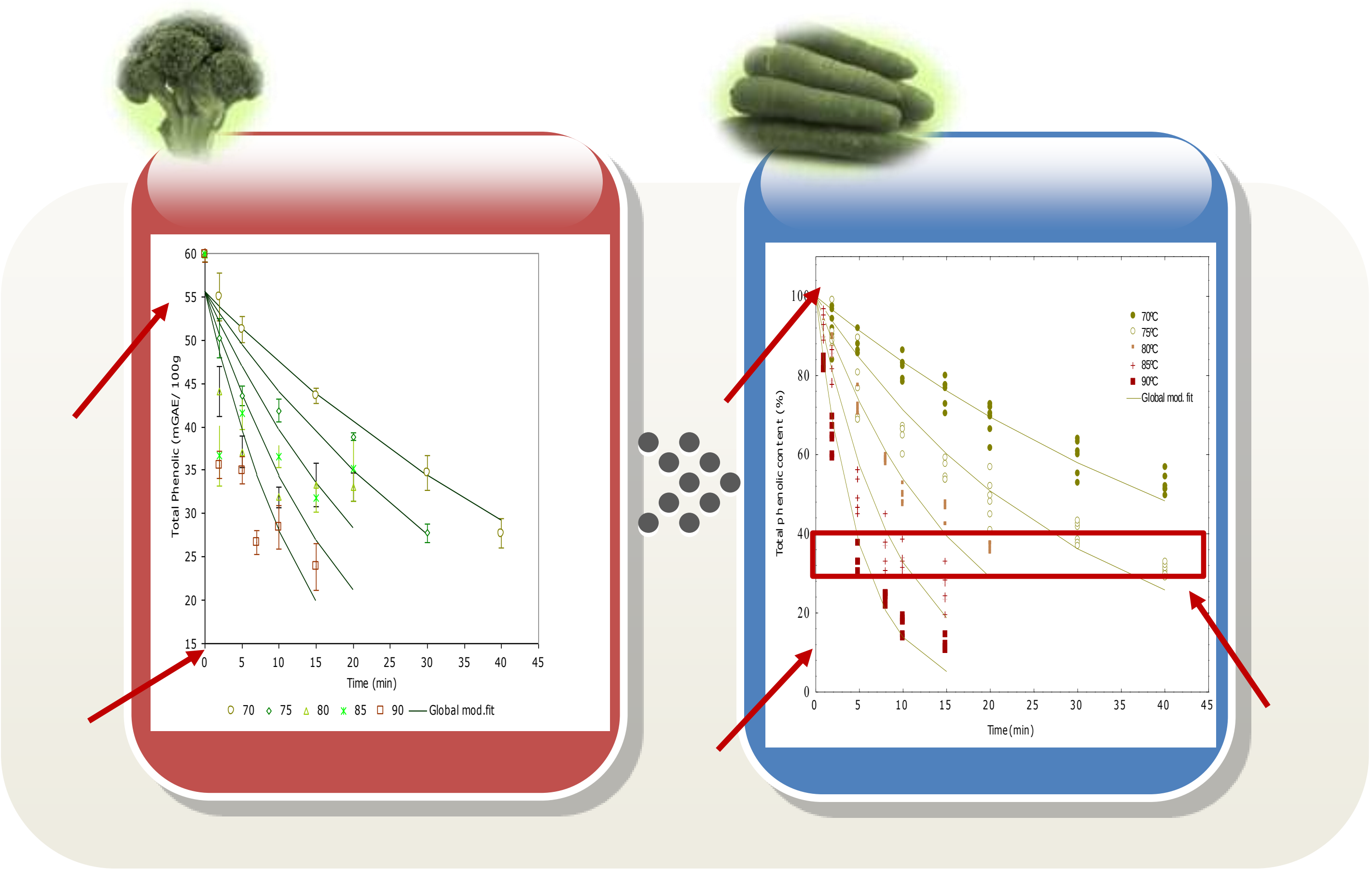
Firmeza (N)



Firmeza (N)

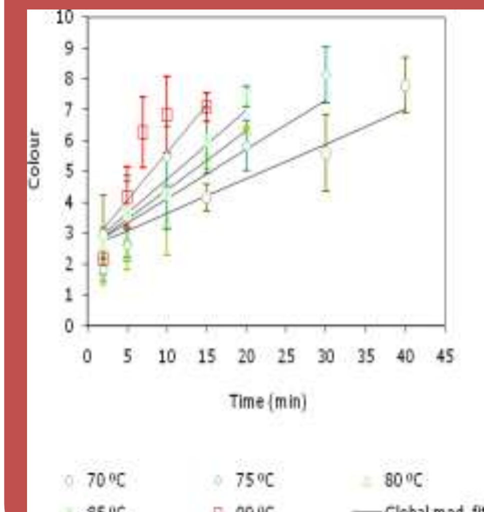


Conteúdo em fenólicos totais

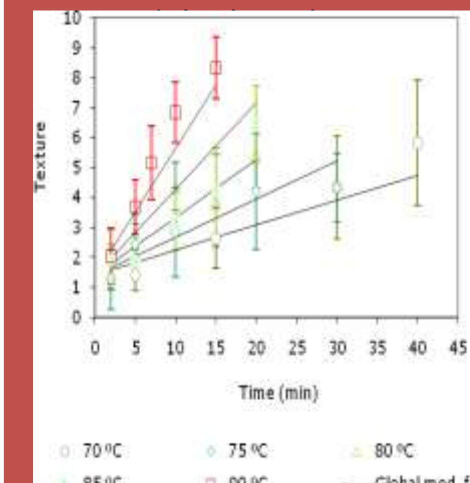


Análise sensorial

Cor



Textura



Boas correlações entre os atributos físicos e a análise sensorial

Condição optimizada de branqueamento

Condições de tempo-temperatura de branqueamento para atingir 90% de inactivação da POD e correspondente perda da qualidade dos diferentes atributos

Temperatura (ºC)	Tempo (min)	Perda da qualidade (%)				
		Fenólicos totais	Parâmetros de cor			Textura (N)
			L*	a*	b*	
70	25	36.5	2.5	21.2	10	35.4
75	12	33.4	3.0	24.5	13.9	36.2
80	6	31.1	3.8	28.2	18.5	37.5
85	2.8	26.8	4.3	30.6	22.2	36.5
90	1.4	24.1	5.1	33.3	25.8	36.7

& verificando a sensibilidade dos parâmetros cinéticos...

Abóbora

- **Textura**
  atributo mais sensível
- **Cor**
  atributo "indicador"
- 95 ºC – 3.9 min

Brócolos

- **Cor**
  atributo "indicador"
- 70 ºC – 6.5 min

Cenoura

- **Fenólicos**
  atributo "indicador"
- 80 ºC – 6.0 min

Armazenagem em congelação

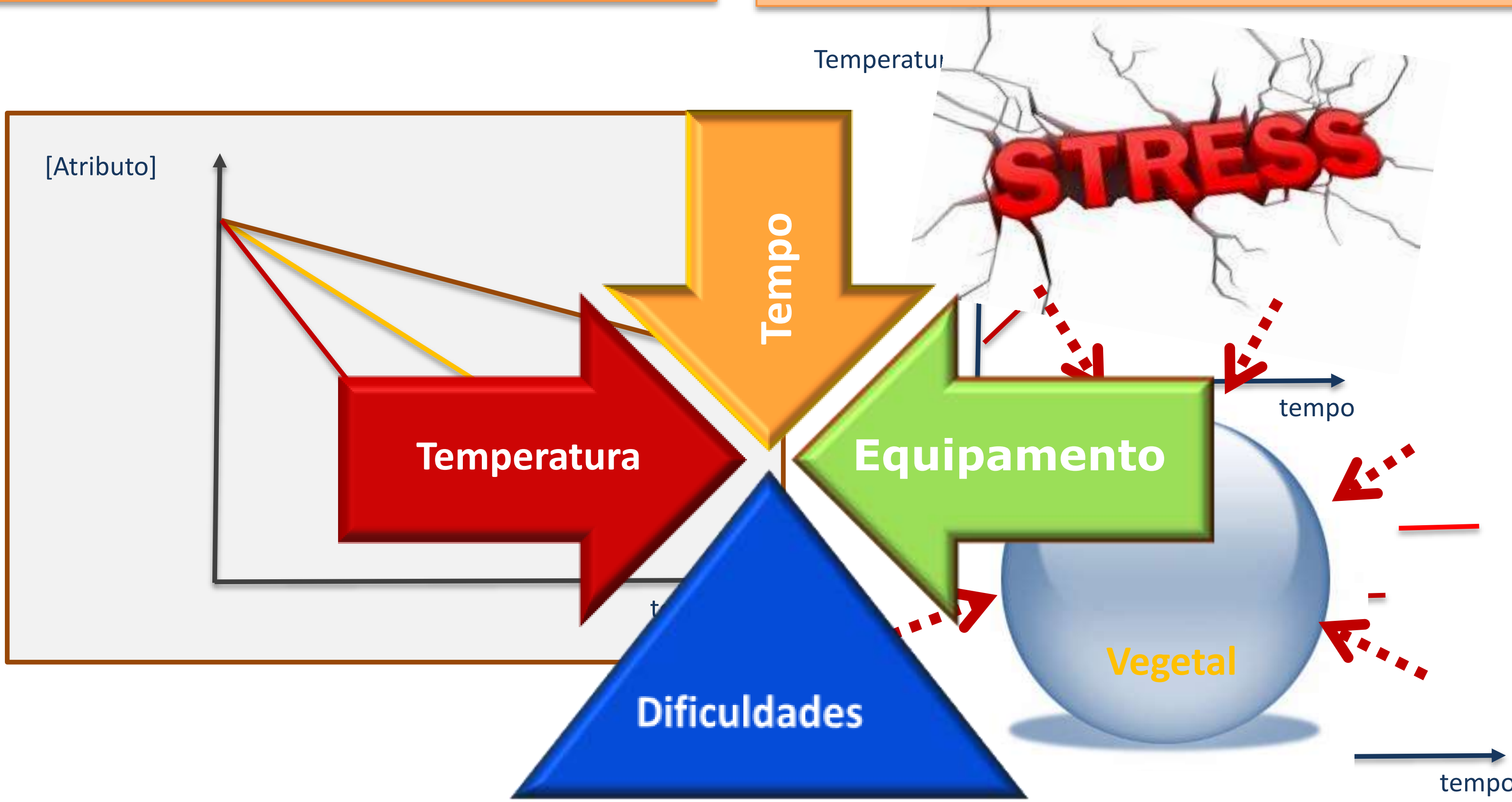
Obtenção das cinéticas de alteração nos regimes isotérmicos e não–isotérmicos.

Obtenção do tempo de vida do produto à temperatura de -18ºC.

Condições de armazenagem

Estudos de Tolerância-Tempo-Temperatura (TTT)

Estudos Acelerados de Tempo de Vida Útil



- **Câmaras Fitotherm**
- **Regime I:**

  Condições isotérmicas
  T (ºC): -7, -15 e -25; t (dias):140

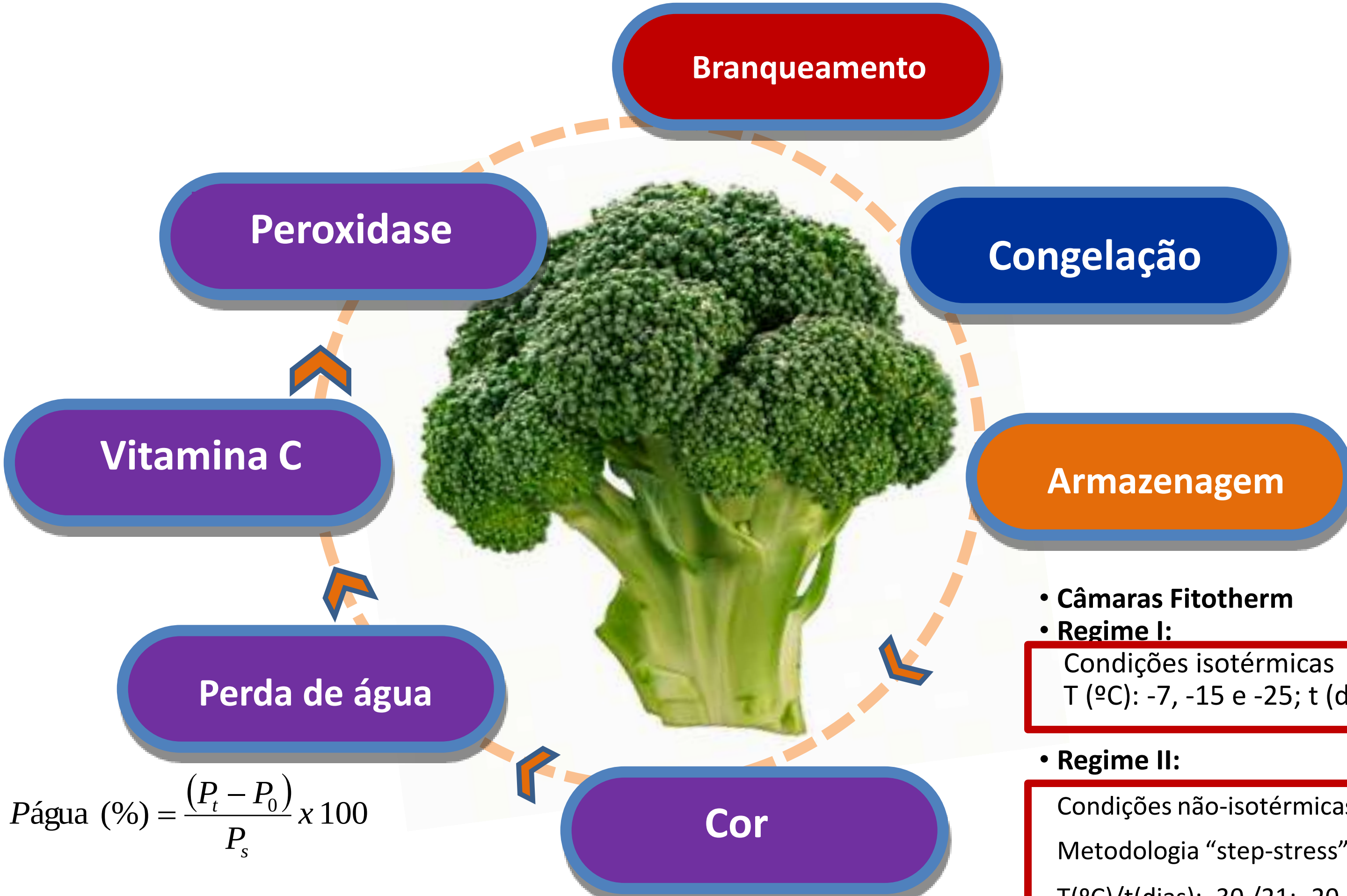
- **Regime II:**

  Condições não-isotérmicas

  Metodologia "step-stress"

  T(ºC)/t (dias): -30 /21; -20 /16;-10 /11 e -5 /9 ;

  (total 57 dias)



$$P_{água}\ (\%) = \frac{(P_t - P_0)}{P_s} x\, 100$$

- Parâmetros: a^*/a_0^*; hue ($\tan^{-1} b^*/a^*$)

- **Câmaras Fitotherm**
- **Regime I:**

  Condições isotérmicas
  T (ºC): -7, -15 e -25; t (dias):140

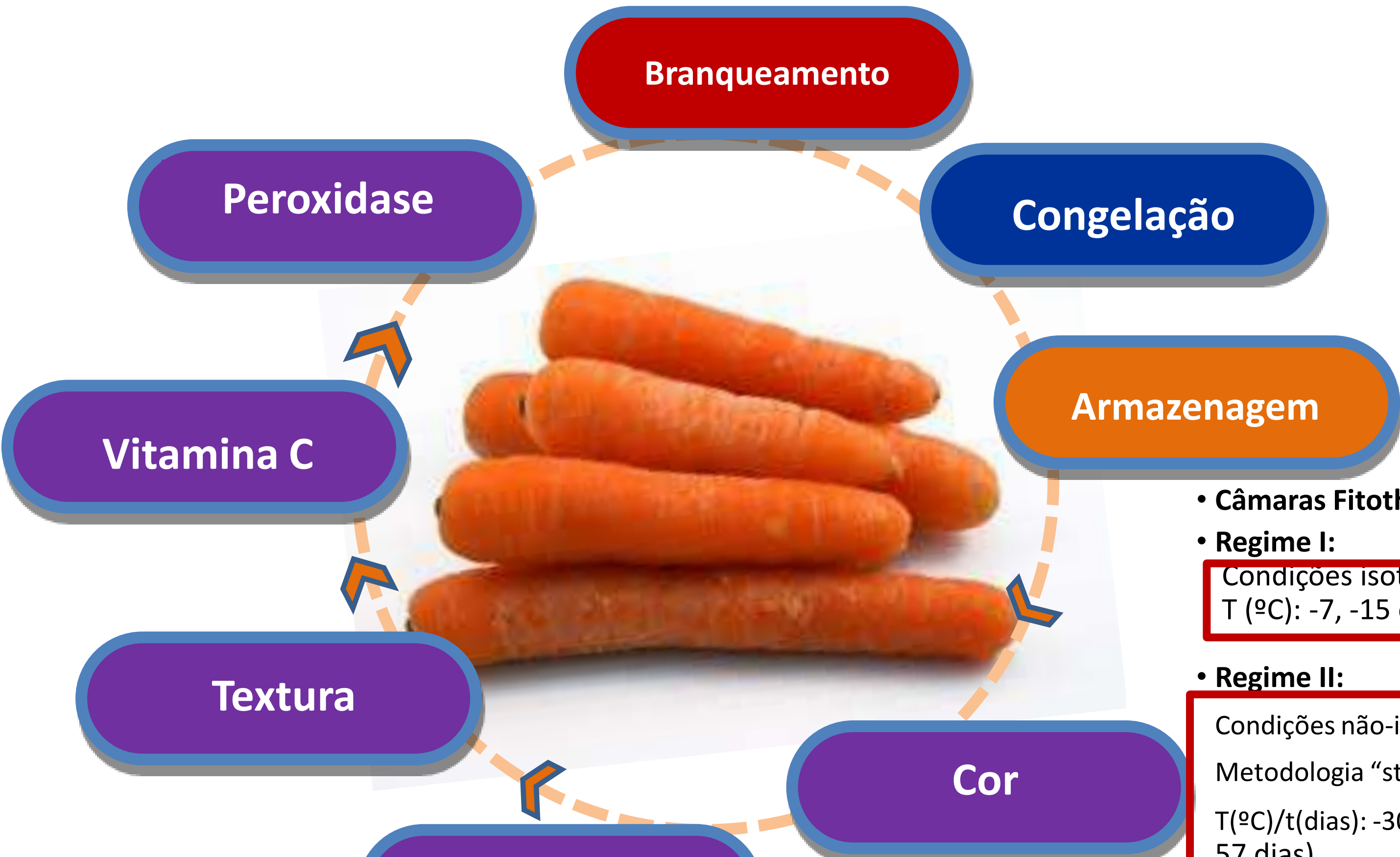
- **Regime II:**

  Condições não-isotérmicas

  Metodologia "step-stress"

  T(ºC)/t(dias): -30 /21; -20 /16;-10 /11 e -5 /9; (total 57 dias)

Brócolos (*Brassica oleracea L. ssp.*)



- **Câmaras Fitotherm**
- **Regime I:**

  Condições isotérmicas
  T (ºC): -7, -15 e -25; t (dias):140

- **Regime II:**

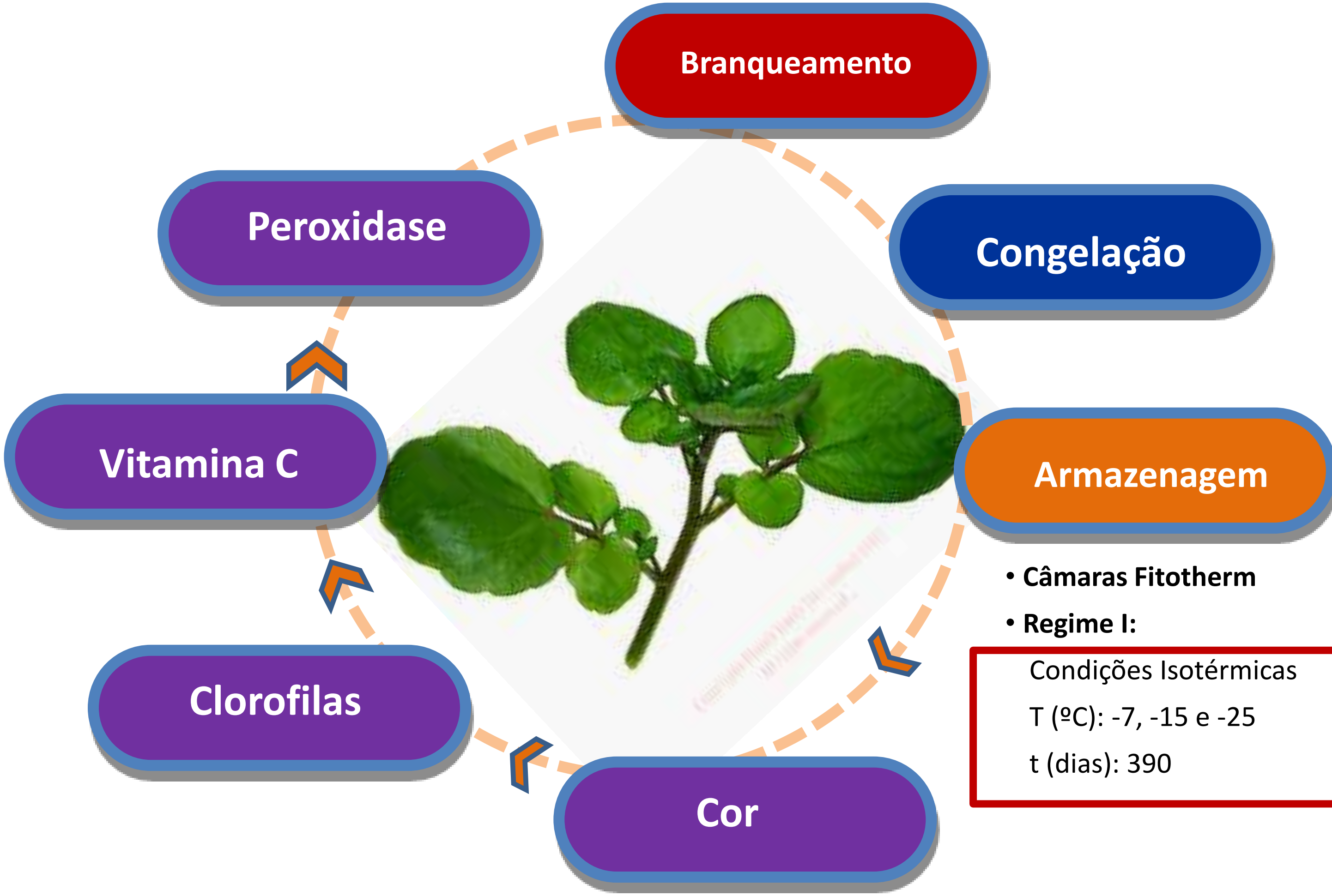
  Condições não-isotérmicas

  Metodologia "step-stress"

  T(ºC)/t(dias): -30 /21; -20 /16;-10 /11 e -5 /9; (total 57 dias)

- Parâmetros:
  L*; hue (h*)

Material & métodos de análise



- **Câmaras Fitotherm**
- **Regime I:**

Condições Isotérmicas

T (ºC): -7, -15 e -25

t (dias): 390

Modelar as condições de armazenagem

Avaliar o efeito do tempo e temperatura de armazenagem na velocidade de degradação dos atributos analisados

Modelos cinéticos utilizados

Condições Isotérmicas

$$C = C_0 - \left(k_{ref} \exp\left(-\frac{E_a}{R}\left(\frac{1}{T}-\frac{1}{T_{ref}}\right)\right)t\right)$$

$$C = C_0 \exp\left(-k_{ref} \exp\left(-\frac{E_a}{R}\left(\frac{1}{T}-\frac{1}{T_{ref}}\right)\right)t\right)$$

$$C = C_{eq} + (C_0 - C_{eq}) \exp\left(-k_{ref} \exp\left(-\frac{E_a}{R}\left(\frac{1}{T}-\frac{1}{T_{ref}}\right)\right)t\right)$$

Condições Não-Isotérmicas

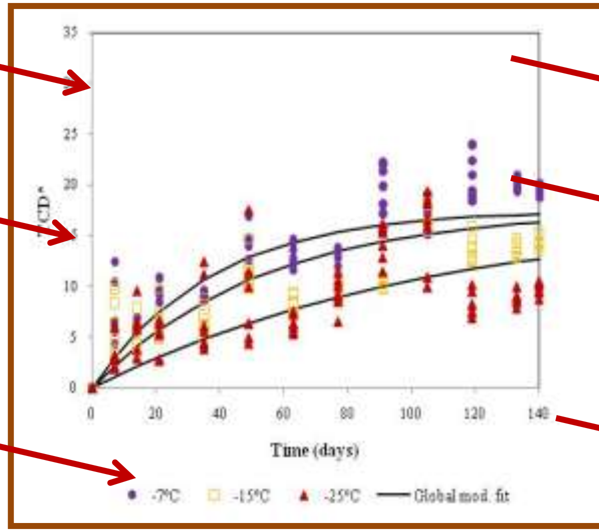
$$C = C_0 - \left[k_{ref} \int_0^t \exp\left[-\frac{E_a}{R}\left(\frac{1}{T(t)}-\frac{1}{T_{ref}}\right)\right]dt\right]$$

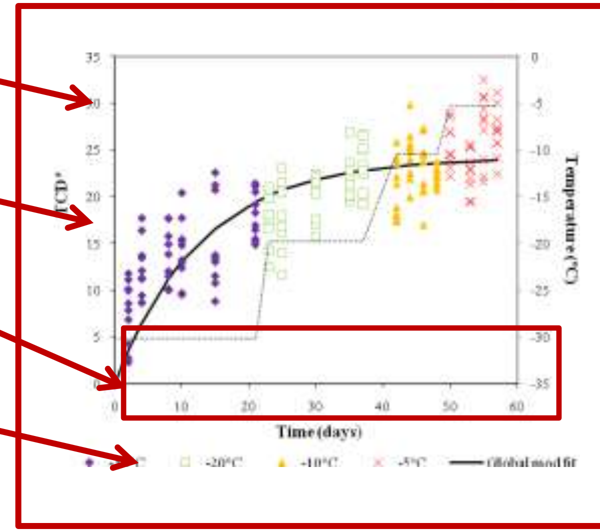
$$C = C_0 \exp\left[-k_{ref} \int_0^t \exp\left[-\frac{E_a}{R}\left(\frac{1}{T(t)}-\frac{1}{T_{ref}}\right)\right]dt\right]$$

$$C = C_{eq} + (C_0 - C_{eq}) \exp\left[-k_{ref} \int_0^t \exp\left[-\frac{E_a}{R}\left(\frac{1}{T(t)}-\frac{1}{T_{ref}}\right)\right]dt\right]$$

Integração das equações

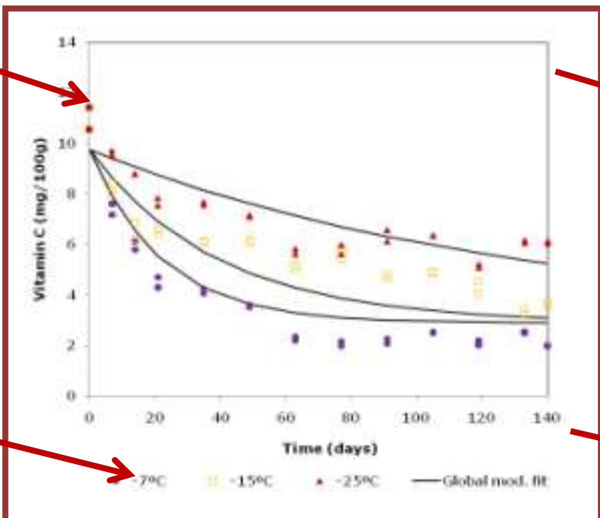
Abóbora *(Cucurbita maxima L.)*

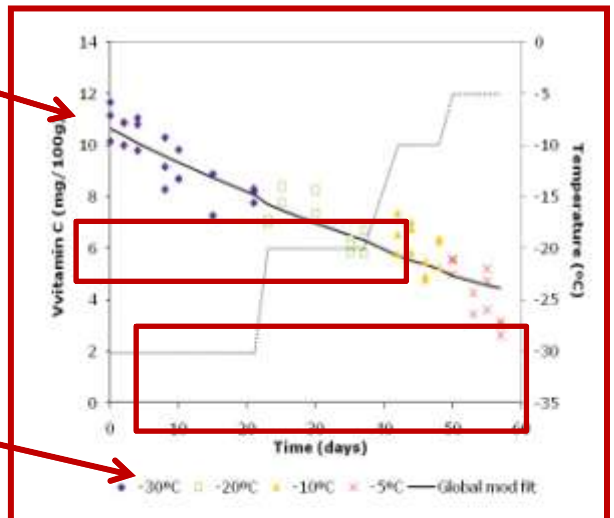




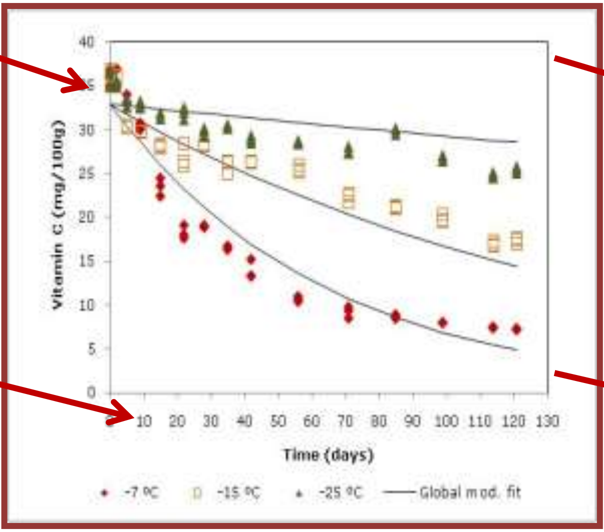
Cor _TCD

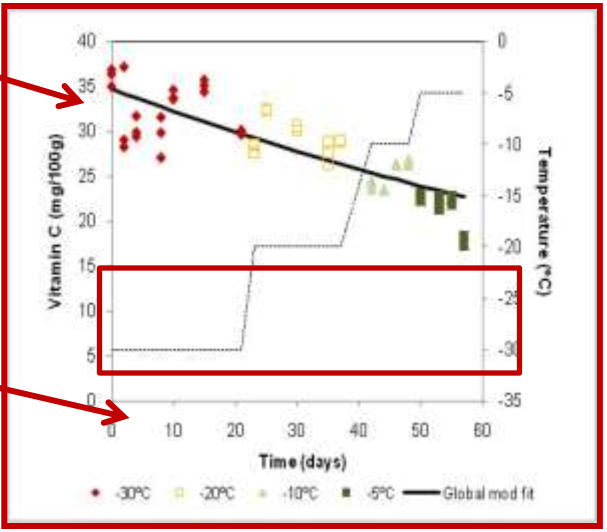
Vitamina C



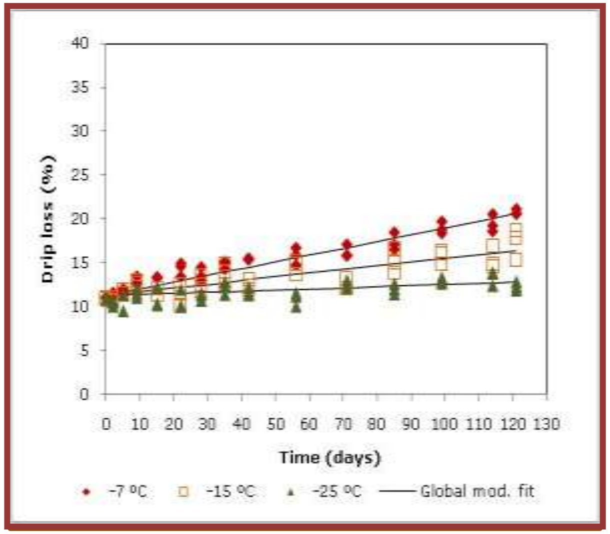


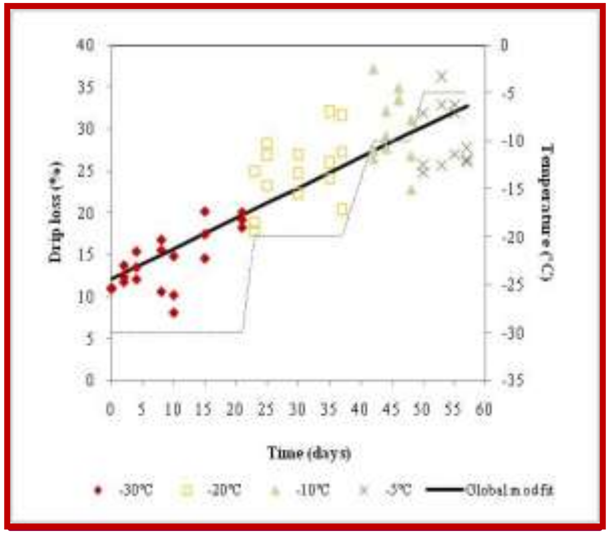
Brócolos (*Brassica oleracea L. ssp.*)





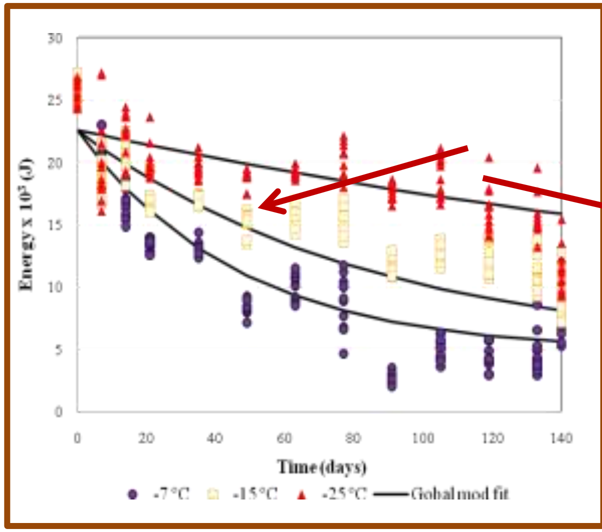
Vitamina C

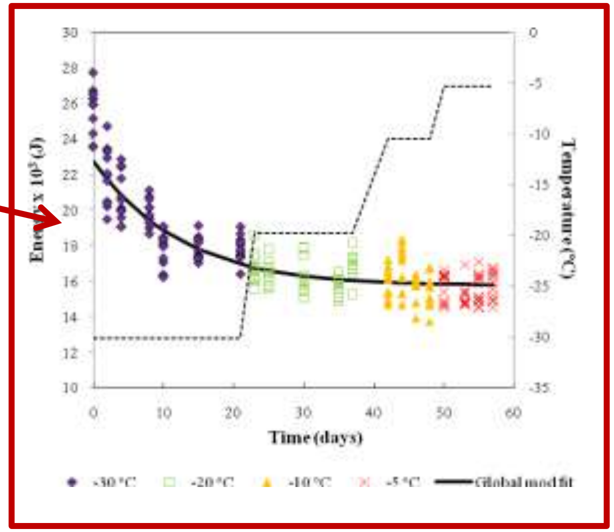




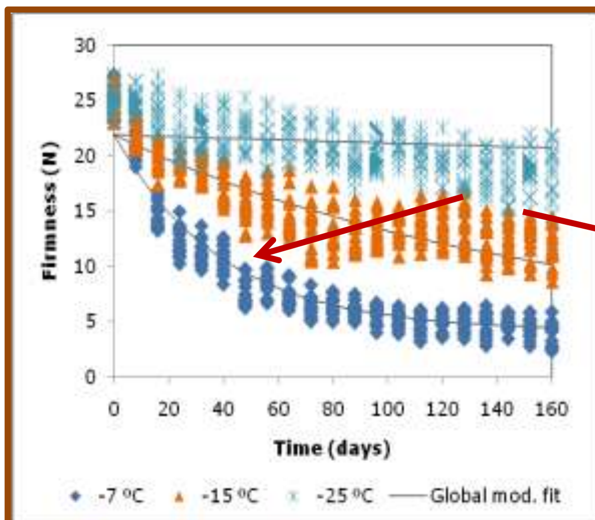
Perda de água

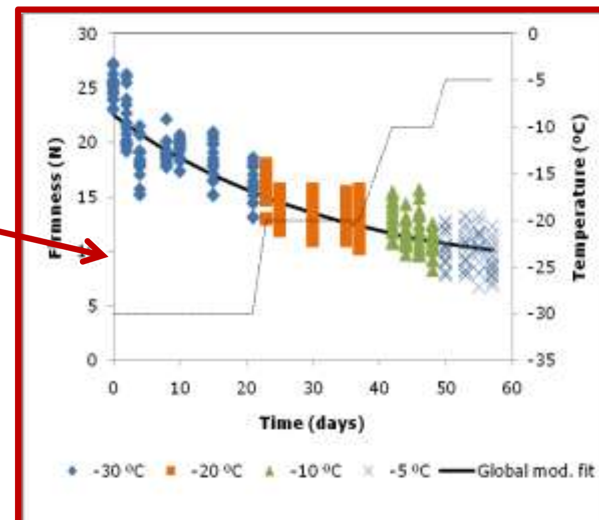
Textura





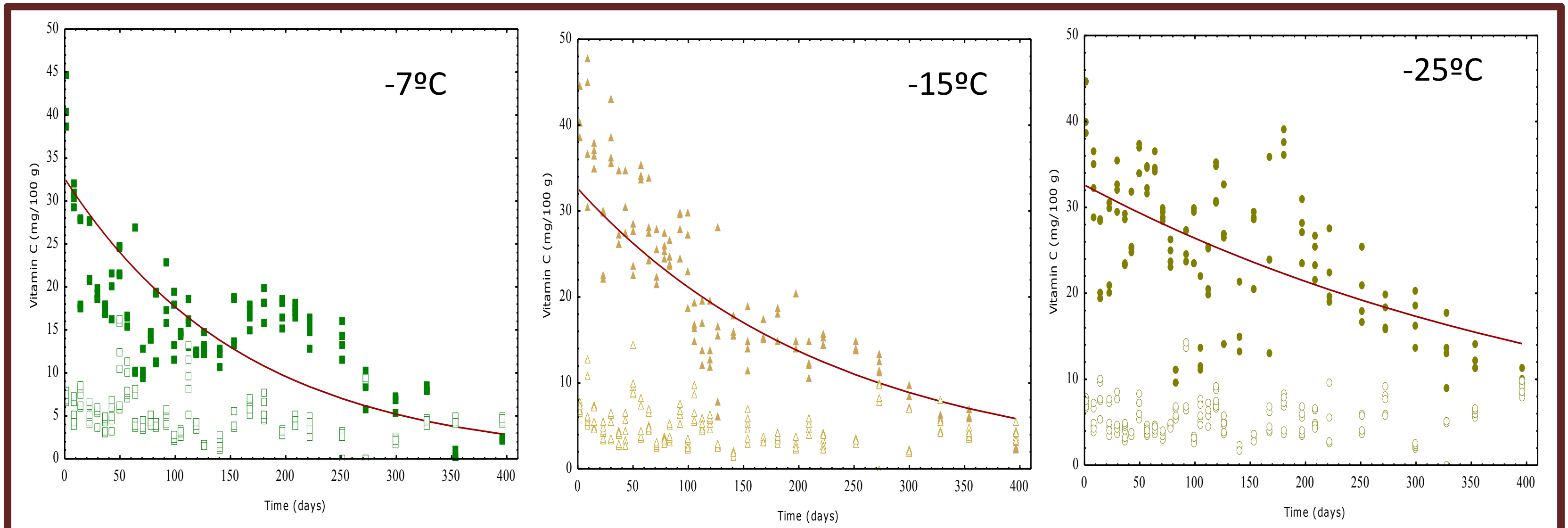
Abóbora



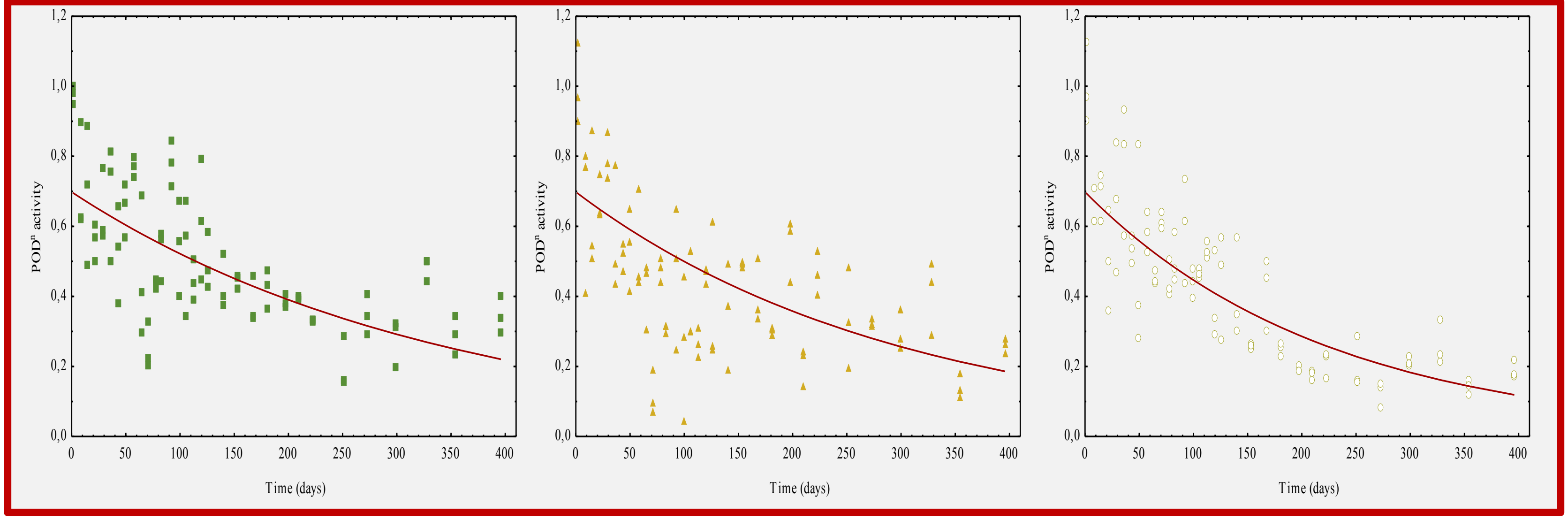


Cenoura

Agrião (*Nasturtium officinale R. Br.*)



Vitamina C
AA+DHAA



POD

Tempo de Vida = Modelo cinético + Redução de 50% Vitamina C + -18ºC

Previsão

61 dias

125 dias

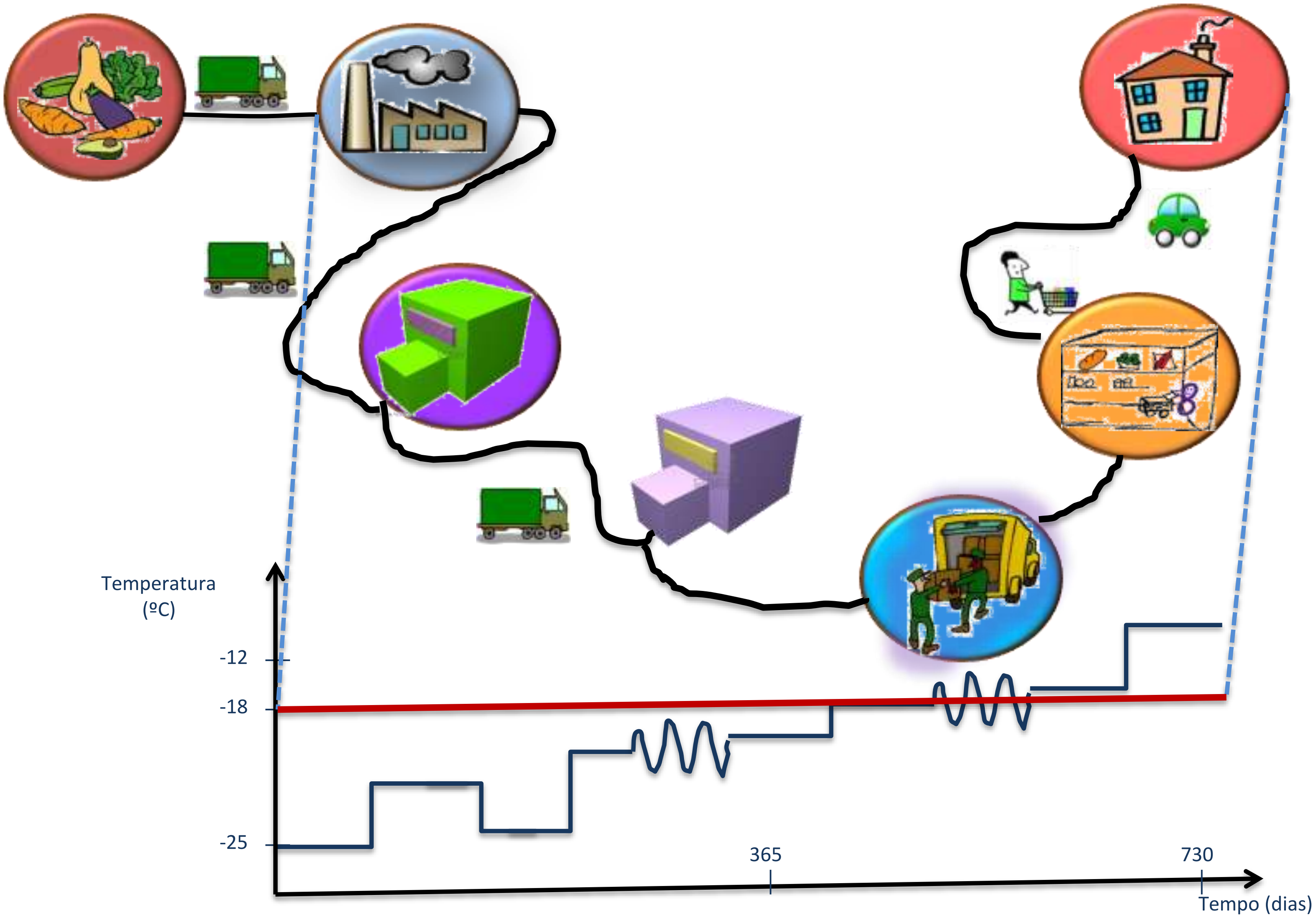
118 dias

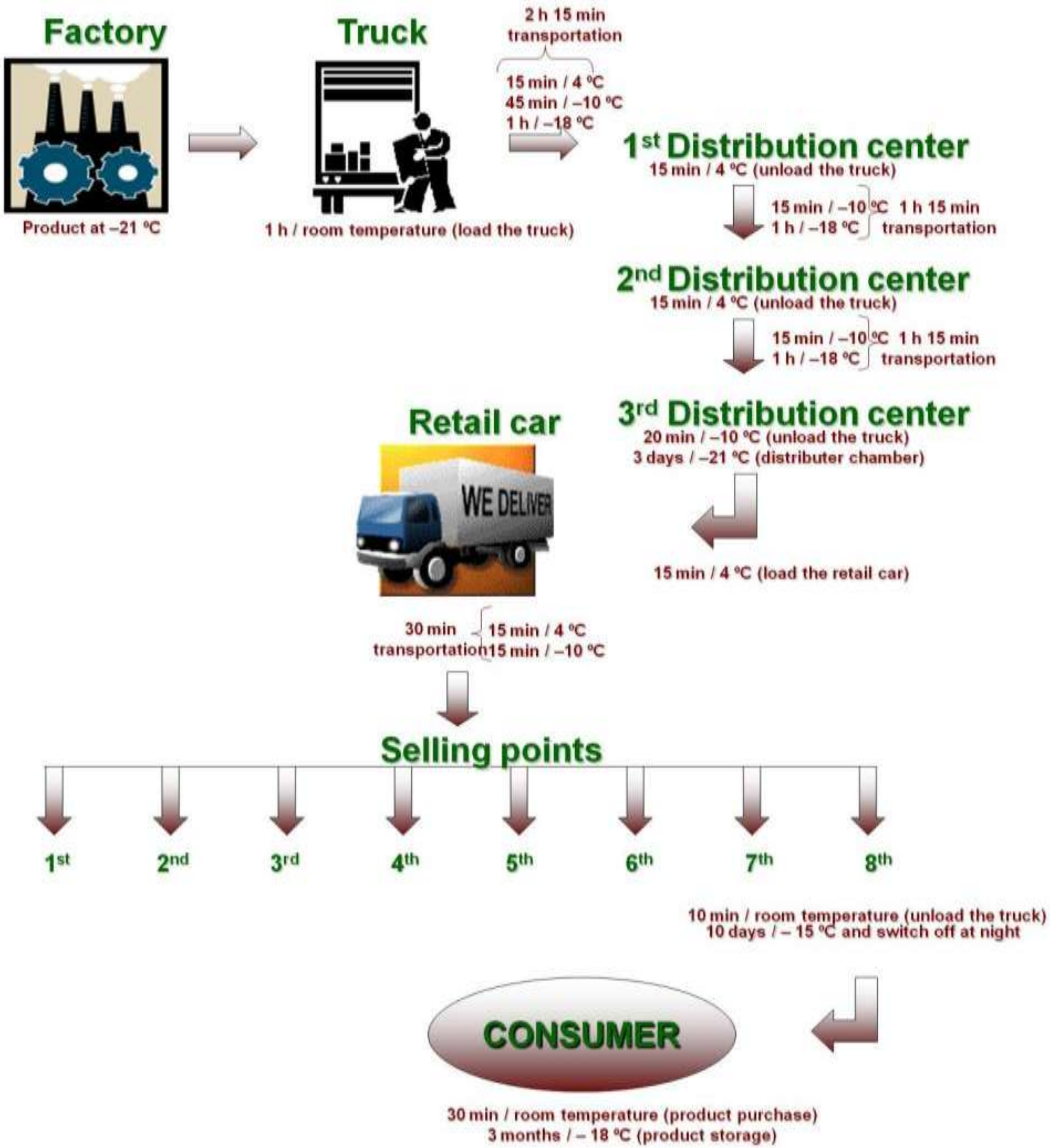
6 meses

Armazenagem e Cadeia de distribuição

Enquadramento

Armazenagem e cadeia de distribuição





Plano de Abusos de Temperatura

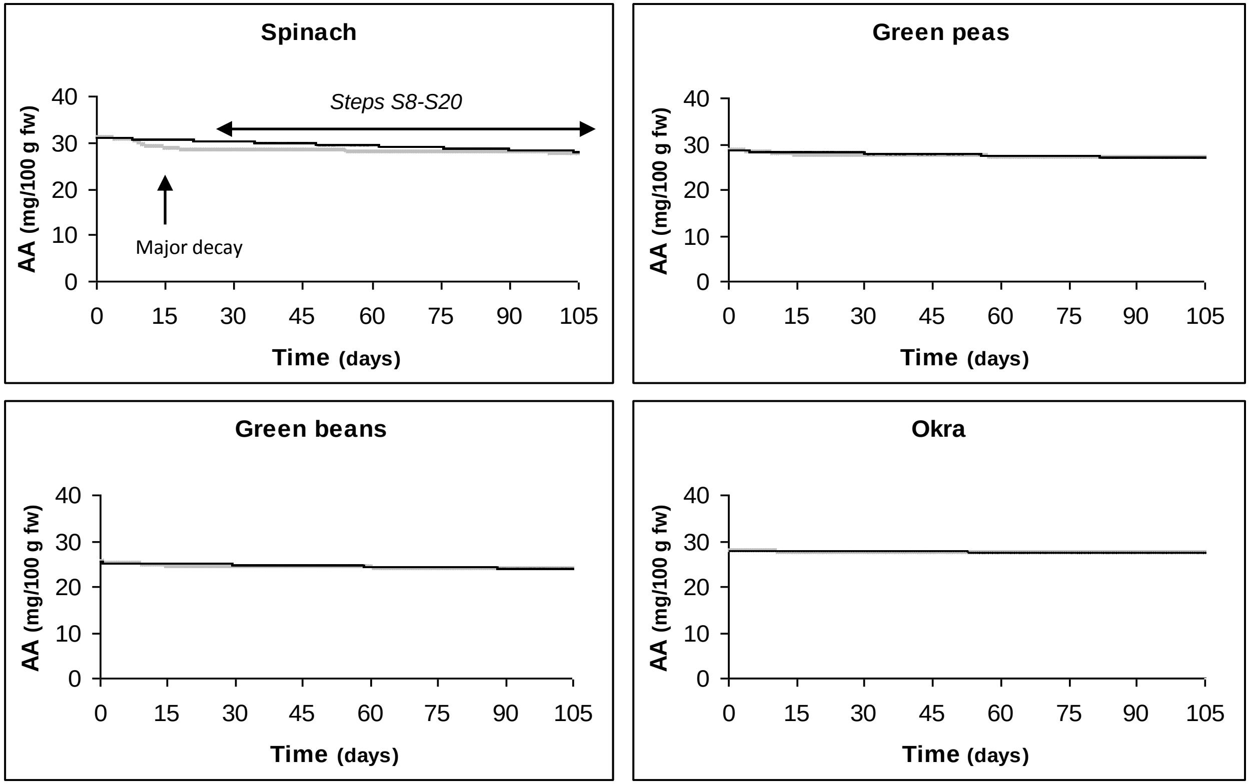


Figure 8- Spinach, green peas, green beans and okra ascorbic acid prediction models for constant temperature (-18 ºC; black line) and for temperature abuses following the storage plan (grey line).

Novas Tecnologias para Produtos Frescos

Novas Tecnologias

2. Combining Heat and other Non-Thermal Technologies to preserve foods

UV-C radiation

UV-C chamber (University of Algarve), 4 germicidal UV lamps (TUV G30T8, 16 W, Philips, peak emission at 254 nm), average intensity 12.36 W/m^2

Ozone

ozone generator, concentration measured by potential difference, 0.3 ppm

Ultrasonication / Thermosonication

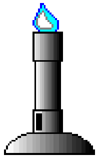
ultrasound equipment (Bandelin Sonorex RK 100H) operating at 32 kHz

2. Combining Heat and other Non-Thermal Technologies to preserve foods

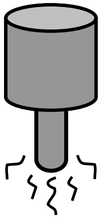
watercress

Nasturtium officinale

Types of combined treatments with ultrasound



+



Heat + Ultrasound

Thermosonication

2. Combining Heat and other Non-Thermal Technologies to preserve foods

watercress

Nasturtium officinale

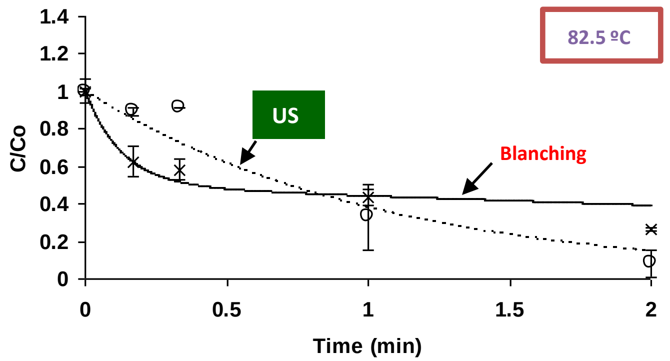
Quality

Colour changes

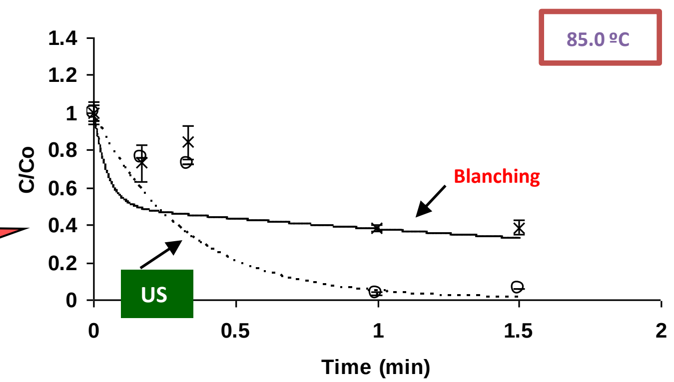
Peroxidase

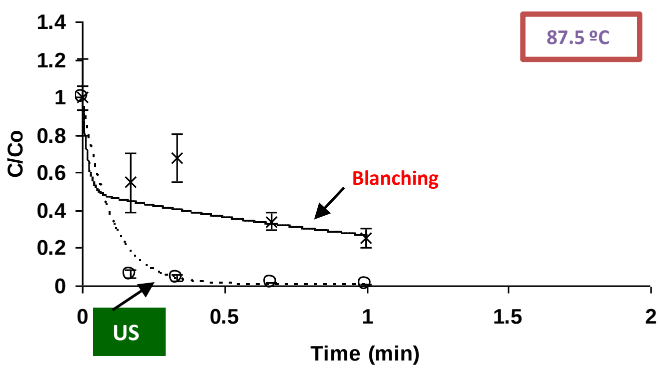
Vitamin C

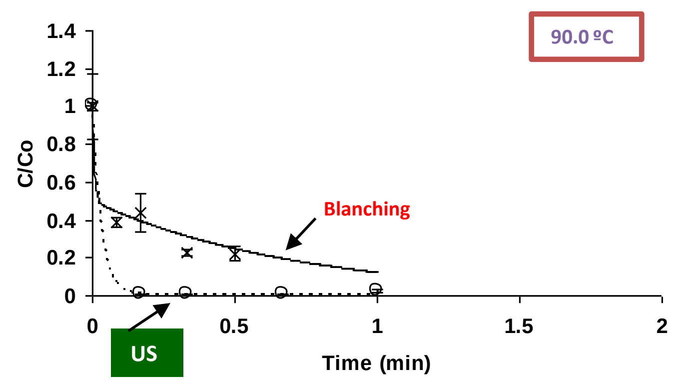
2. Combining Heat and other Non-Thermal Technologies to preserve foods



Peroxidase







2. Combining Heat and other Non-Thermal Technologies to preserve foods

The application of thermosonication



- temperatures above 85 ºC and for the same blanching times

led to higher enzyme inactivation when compared to heat ching processes

Peroxidase

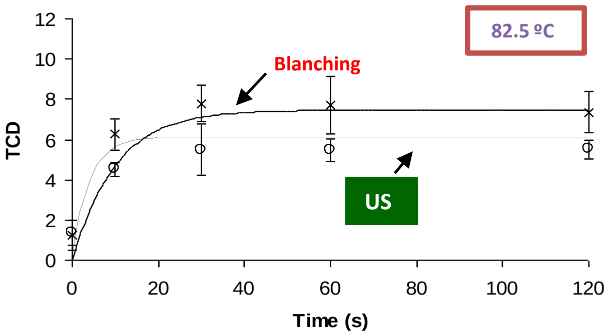
These results allow the application of shorter blanching times at this range of temperatures, leading to a product with a higher quality, or minimized processing

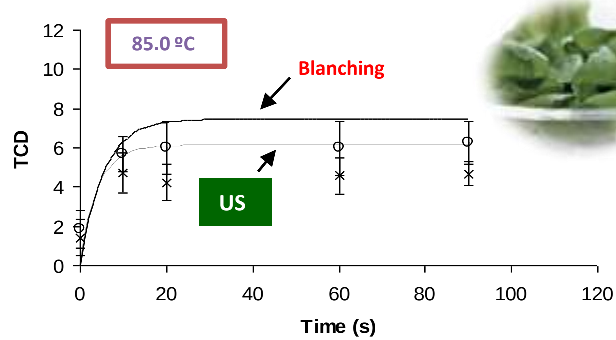
Novas Tecnologias

82.5 ºC

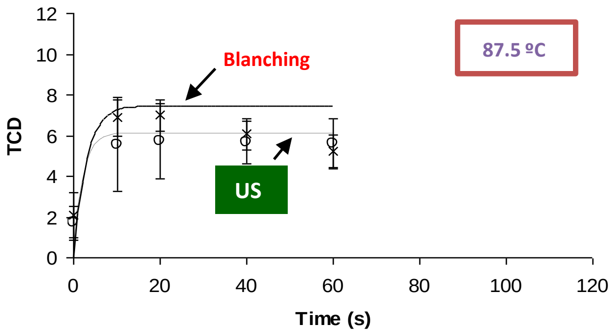
85 ºC

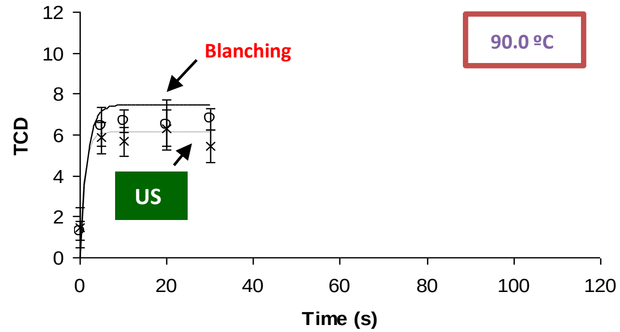
2. Combining Heat and other Non-Thermal Technologies to preserve foods

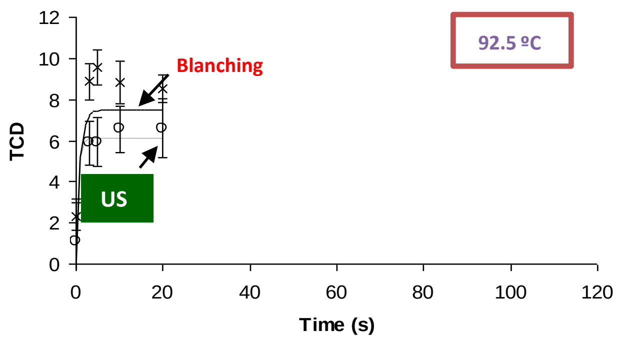




Colour







2. Combining Heat and other Non-Thermal Technologies to preserve foods

The application of thermosonication

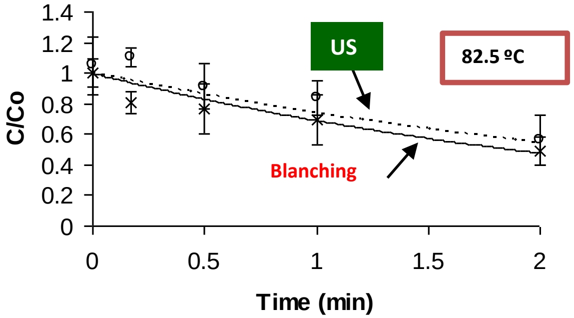


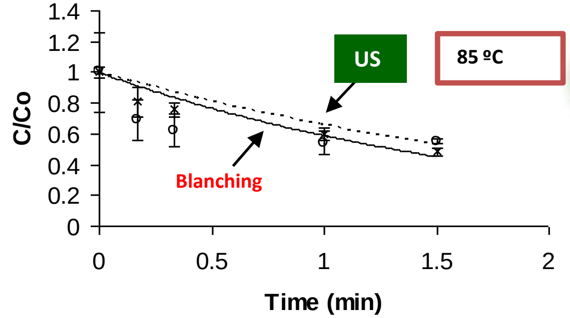
Colour

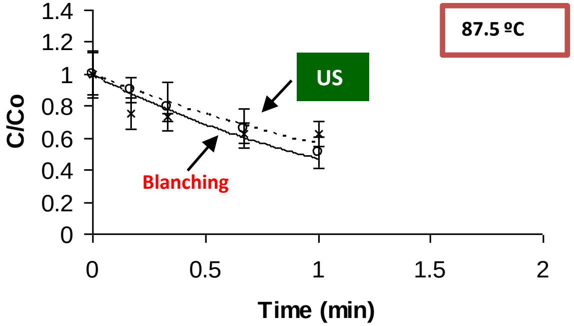
Reaction rates of watercress colour changes due to heat and thermosonication blanchings were not significantly different

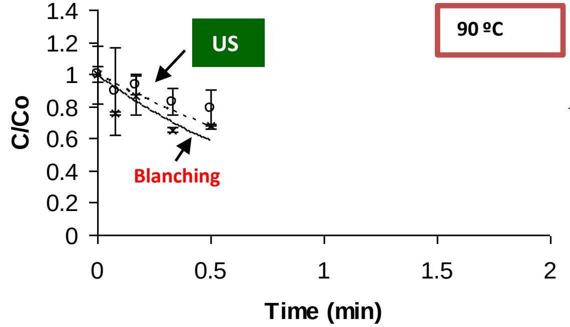
Novas Tecnologias

2. Combining Heat and other Non-Thermal Technologies to preserve foods

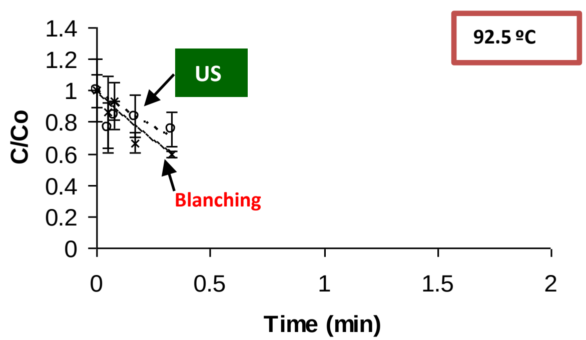








Vitamin C



Novas Tecnologias

2. Combining Heat and other Non-Thermal Technologies to preserve foods

The application of thermosonication

Vitamin C

Results showed no significant differences between heat and thermosonication treatments

The treatment will allow good vitamin C retention

2. Combining Heat and other Non-Thermal Technologies to preserve foods

The application of thermosonication

Quality

The thermosonication treatments can be a good alternative to the traditional heat blanching processes, since higher quality products are attained

OBRIGADA

Cristina L.M. Silva
Teresa S. Brandão
Elsa Gonçalves