

**Shelf life degli alimenti confezionati:
aspetti predittivi e packaging**

Verona, 27 ottobre 2016



**TEST ACCELERATI PER LA PREVISIONE DELLA
SHELF LIFE: PROTOCOLLI APPLICATIVI E
VALUTAZIONE DELLA LORO AFFIDABILITÀ**

**SONIA CALLIGARIS, LARA MANZOCCO, MONICA ANESE,
MARIA CRISTINA NICOLI**

DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGROALIMENTARI, AMBIENTALI E ANIMALI
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE

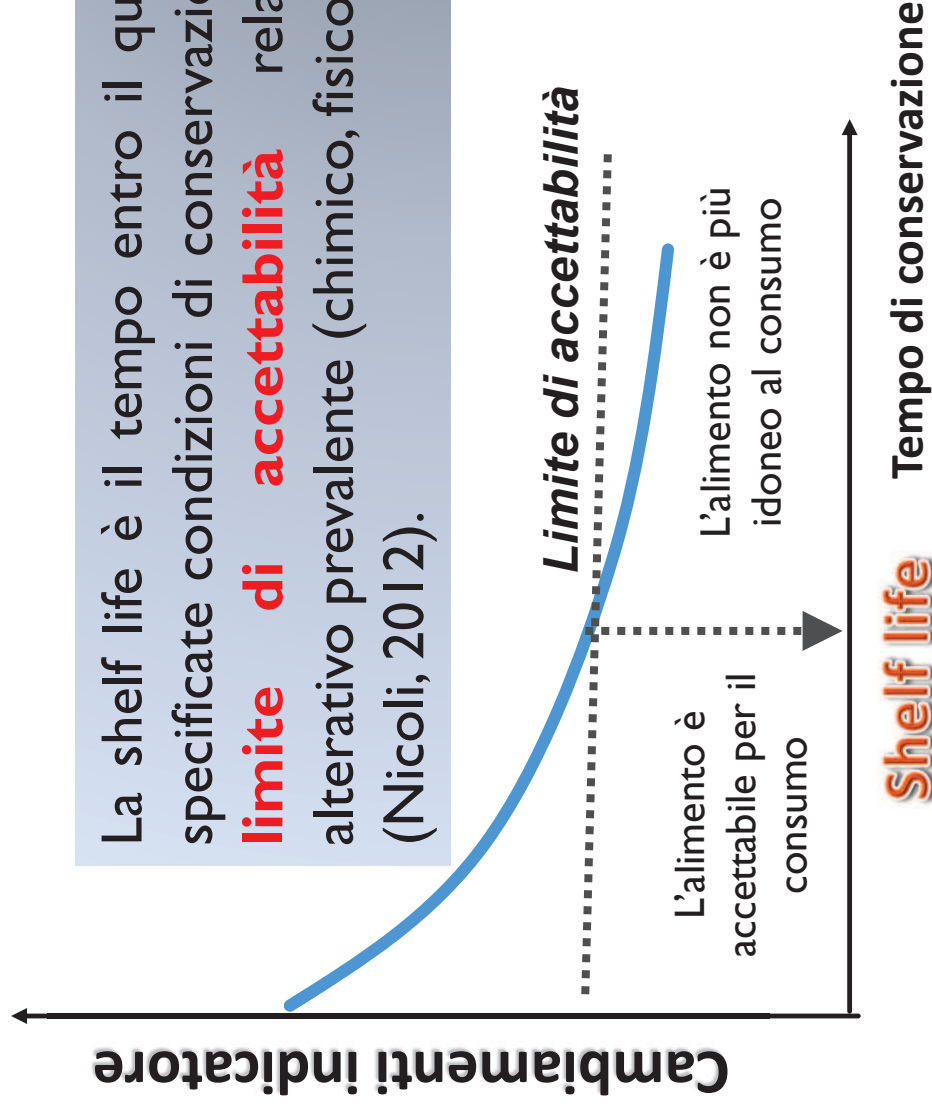


CONTENUTI

- Real time SL test vs test accelerati
- Protocollo operativi – fattori acceleranti
- Criticità e possibili soluzioni

DEFINIZIONE DI SHELF LIFE

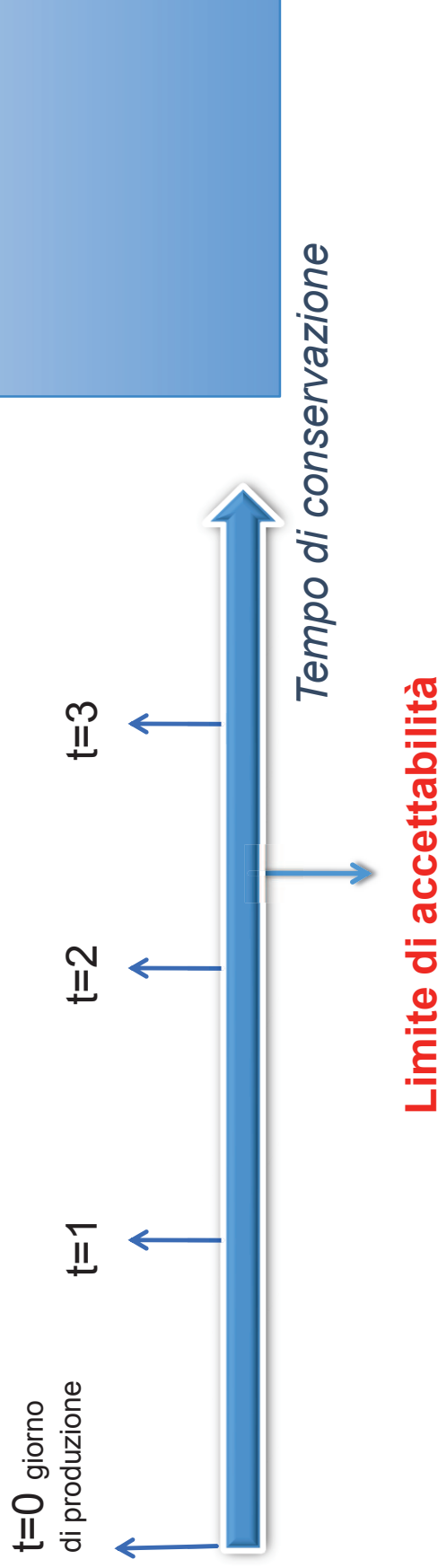
La shelf life è il tempo entro il quale l'alimento, in specificate condizioni di conservazione, raggiunge il **limite di accettabilità** relativo all'evento alterativo prevalente (chimico, fisico, microbiologico) (Nicoli, 2012).



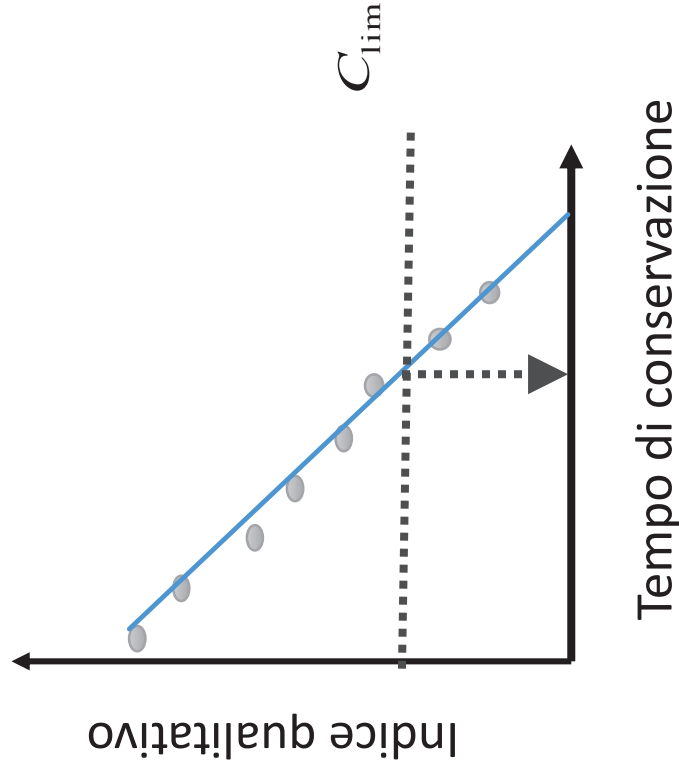
REAL TIME SHELF LIFE TEST

Piano sperimentale

- Scelta dell'indicatore (Chimici, Fisici, Microbiologici)
- Scelta delle condizioni di conservazione (Temperatura, Luce, Umidità)
- Scelta del lotto/lotti
- Scelta del numero di campioni e lotto/i
- Frequenza di campionamento



REAL TIME: RACCOLTA DATI E CALCOLO CINETICO



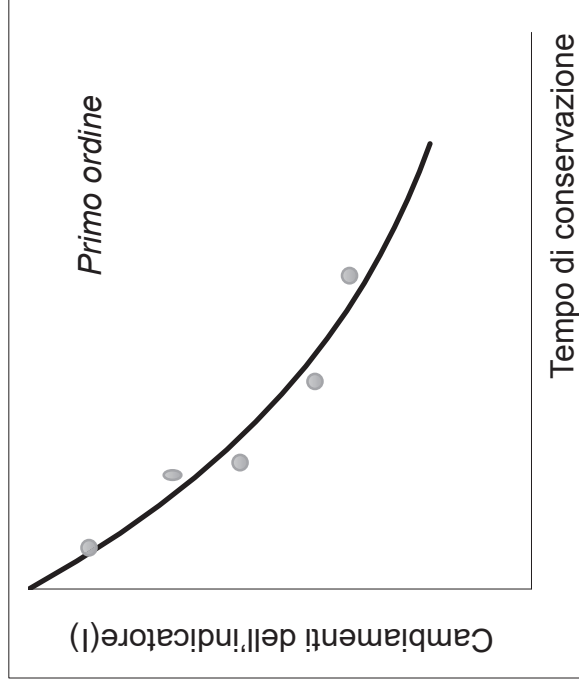
Cinetica di ordine zero

$$C - C_0 = -kt$$

Equazione di shelf life

$$SL = \frac{C_0 - C_{lim}}{k}$$

REAL TIME: RACCOLTA DATI

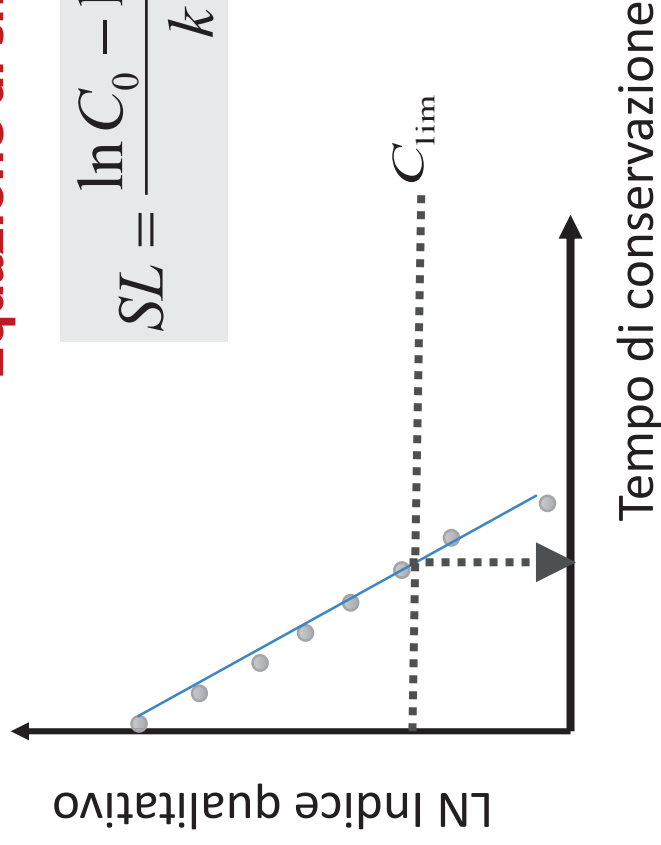


Cinetica di primo ordine

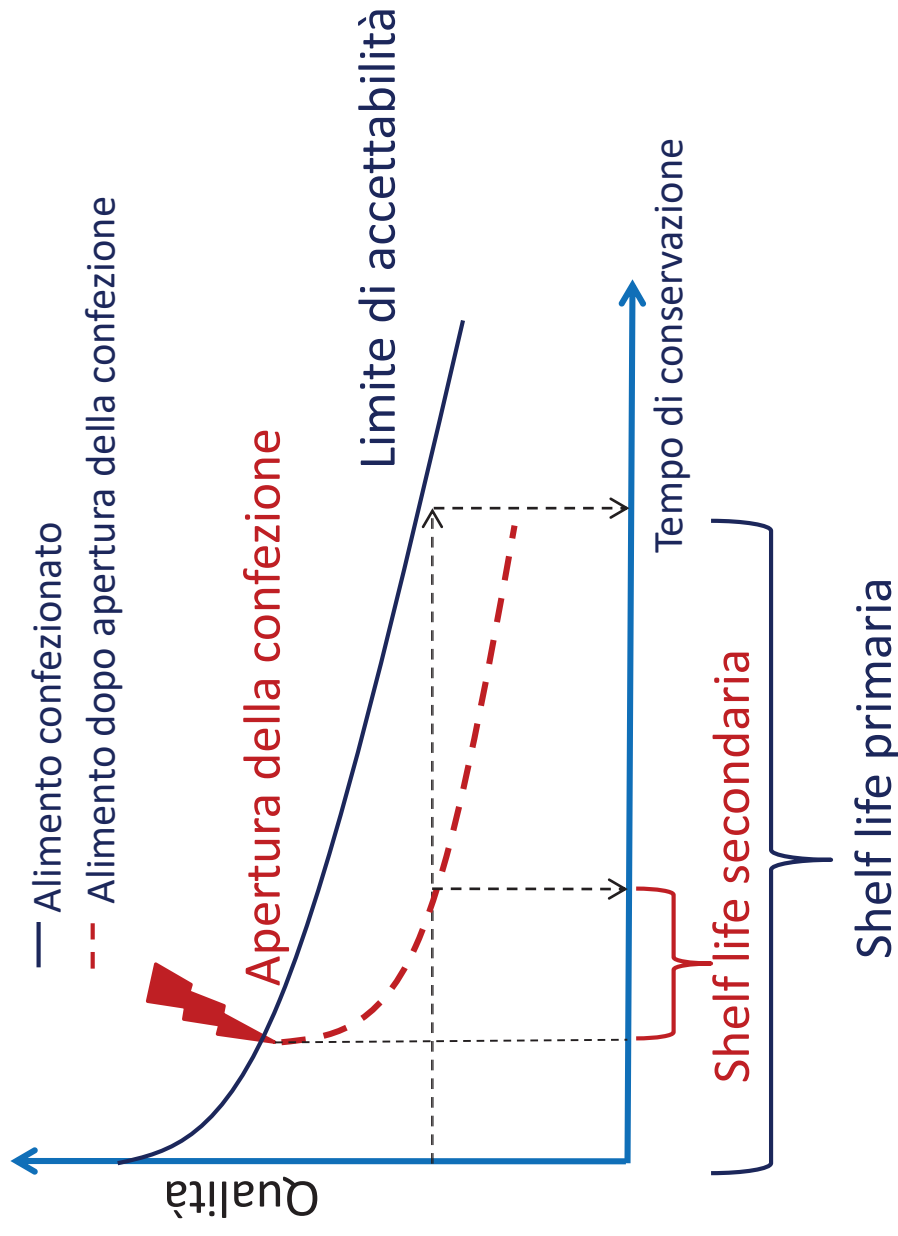
$$\ln C - \ln C_0 = -kt$$

Equazione di shelf life

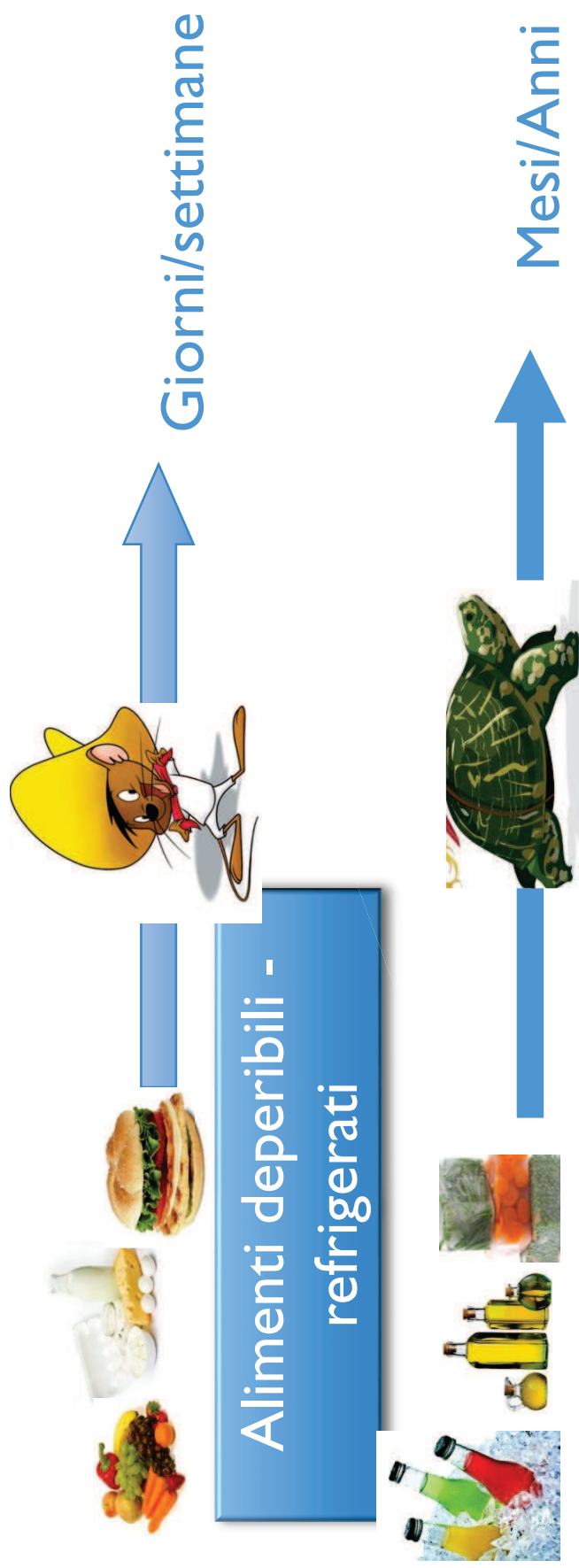
$$SL = \frac{\ln C_0 - \ln C_{lim}}{k}$$



SHELF LIFE PRIMARIA E SECONDARIA



STUDIO DI SHELF LIFE: TEMPI



Alimenti deperibili -
refrigerati

Lunga conservazione

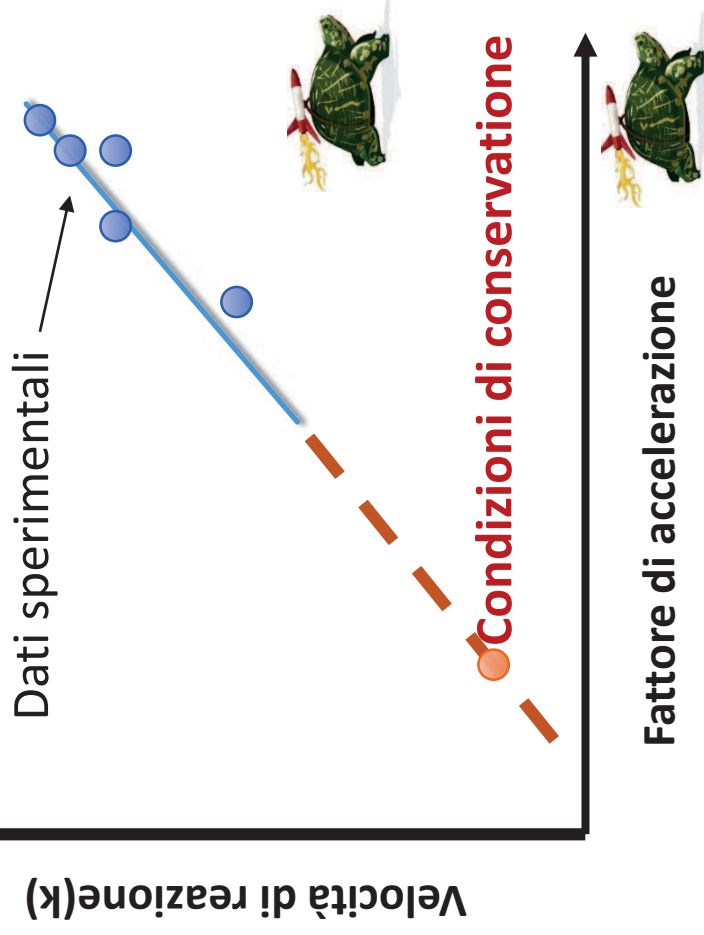
Ambient stable -Surgelati



TEST DI INVECCHIAMENTO ACCELERATO

Per prodotti con **shelf-life medio-lunga** può essere conveniente effettuare gli esperimenti in condizioni ambientali tali da accelerare le reazioni di alterazione

TEST DI INVECCHIAMENTO ACCELERATO (ASLT)



Per una corretta applicazione è necessario conoscere la relazione esistente tra la velocità di reazione ed il fattore accelerante

FATTORI ACCELERANTI

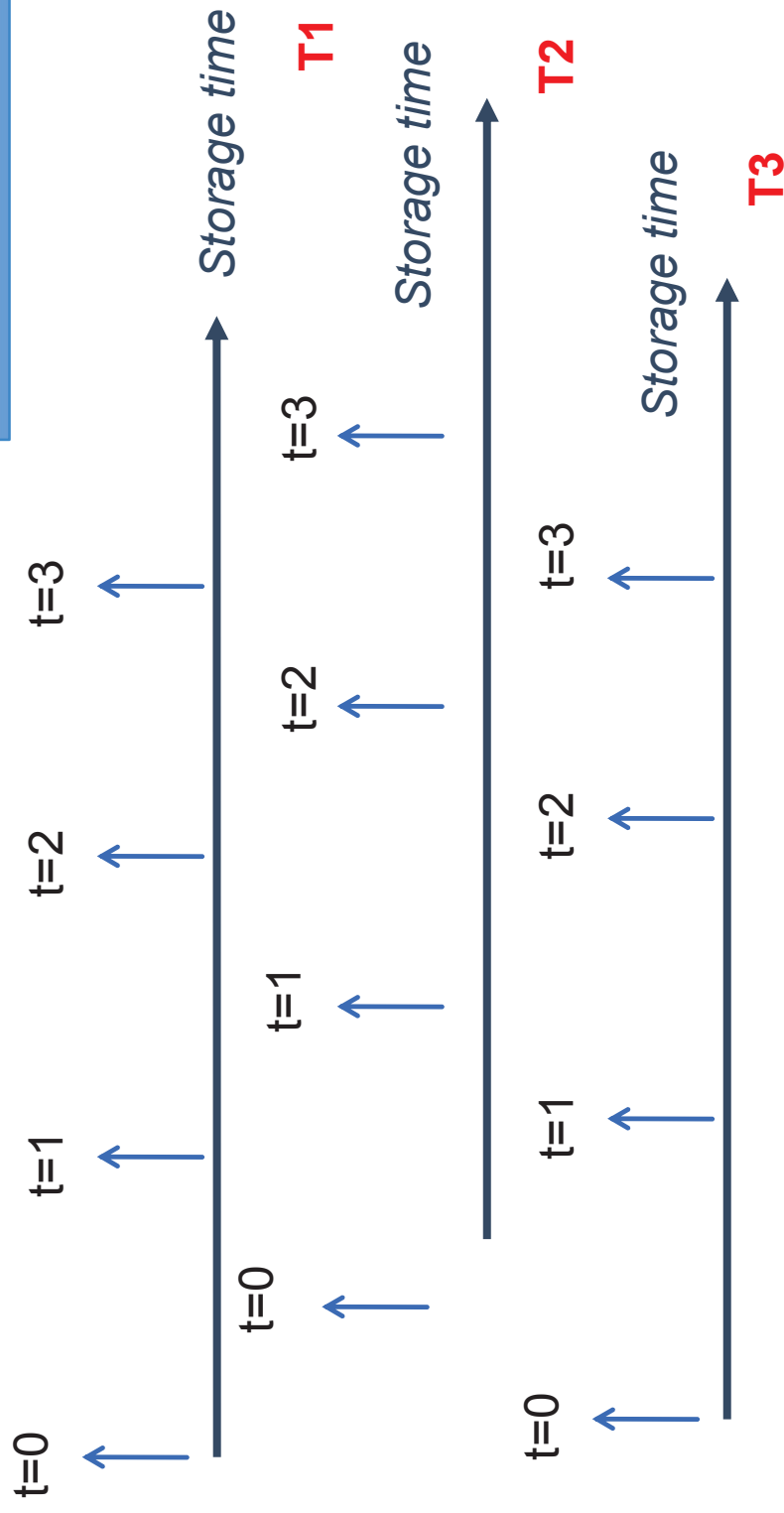


La temperatura è il fattore ambientale accelerante principalmente utilizzato!

ASLT

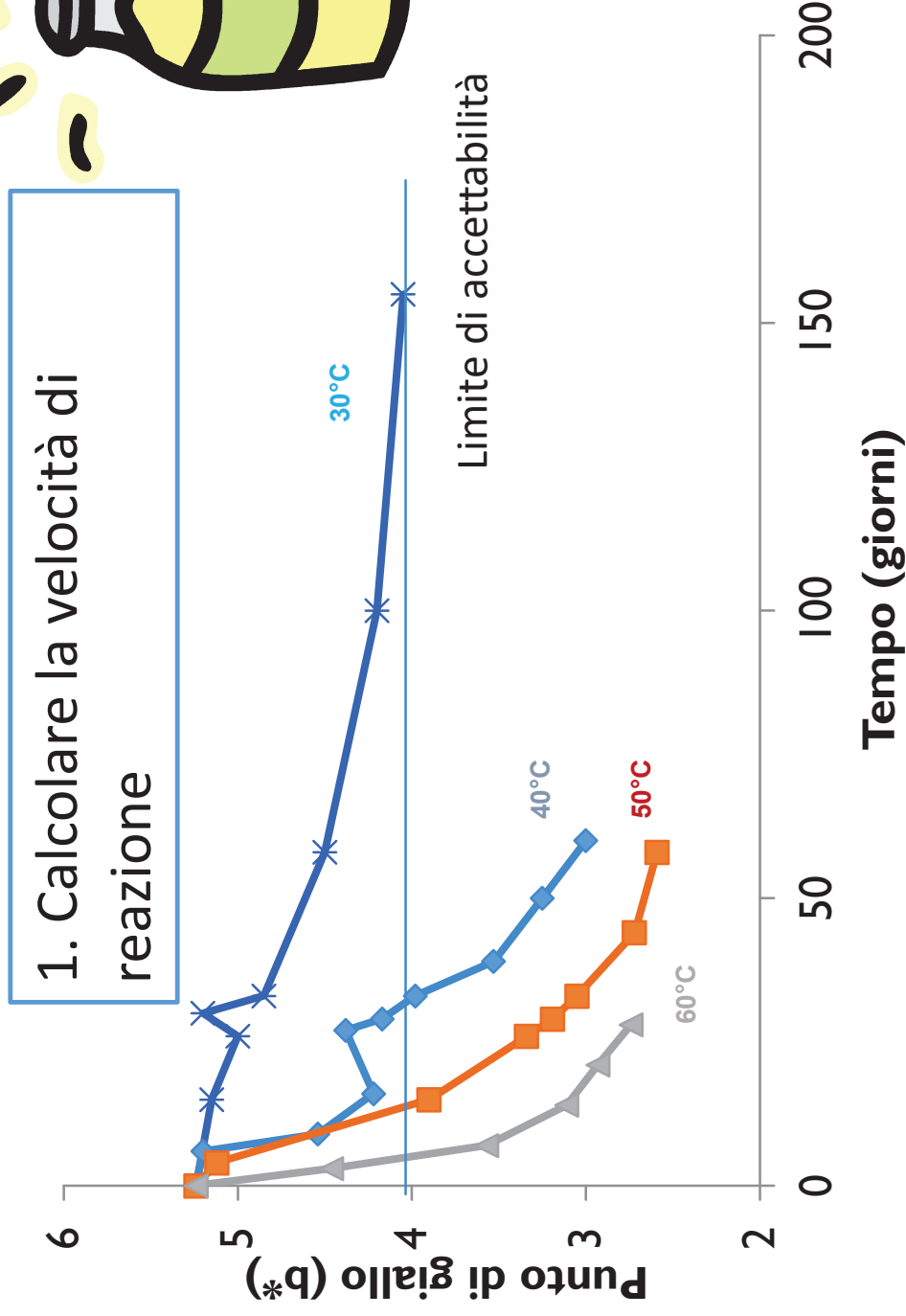
Piano sperimentale

Conservazione a
diverse
temperature



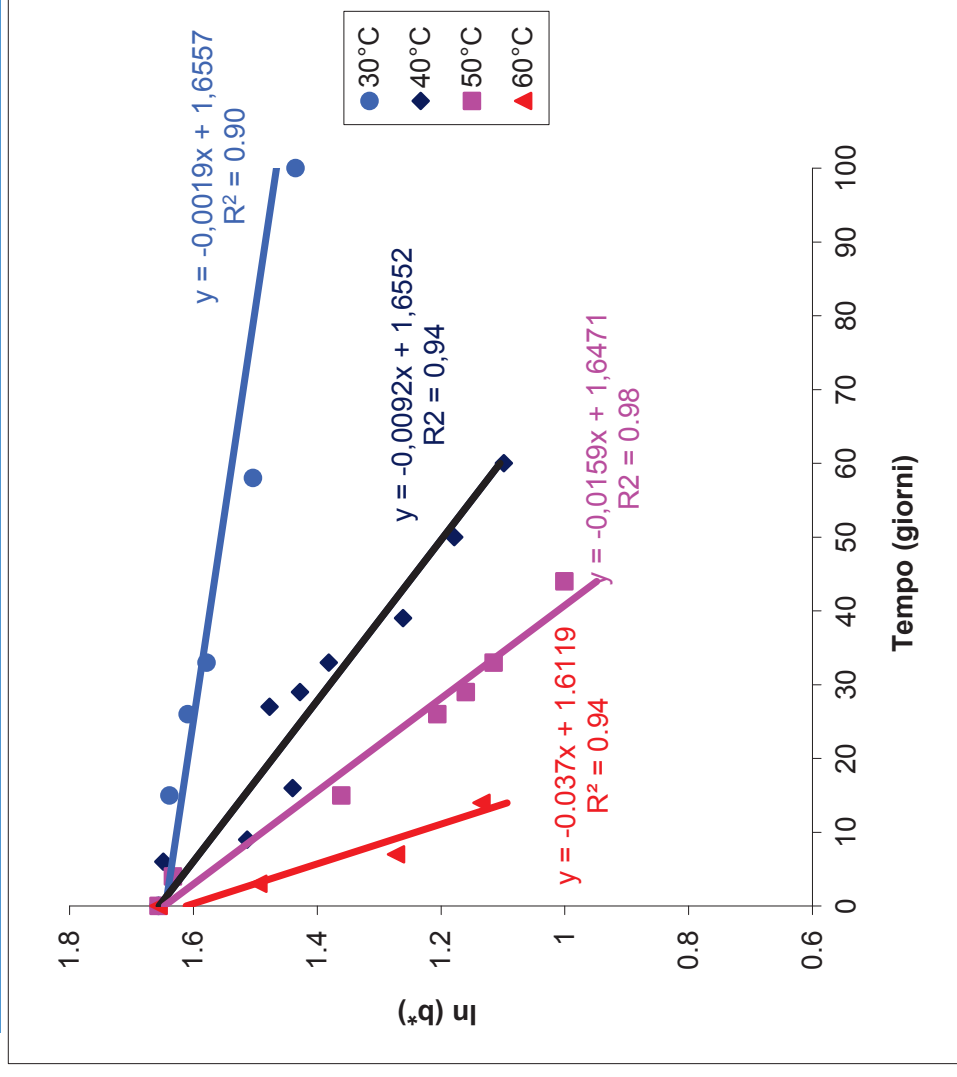
Scegliere almeno tre temperature di conservazione

Esempio: Cambiamenti di colore di una bevanda arancione



CALCOLARE LA VELOCITÀ DI REAZIONE

Qual è la shelf life a 20°C?



TEST DI INVECCHIAMENTO ACCELERATO



Non esistono modelli di conversione generali:
ogni reazione alterativa in un determinato
prodotto ha la sua specifica dipendenza dalla
temperatura

~~Es: 1 settimana a -7°C = 1 mese a -18°C~~



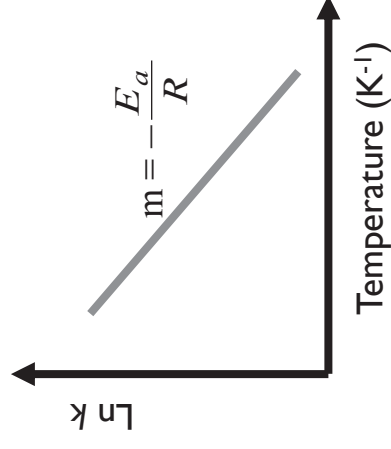
DIPENDENZA DALLA TEMPERATURA DELLA VELOCITÀ DI REAZIONE



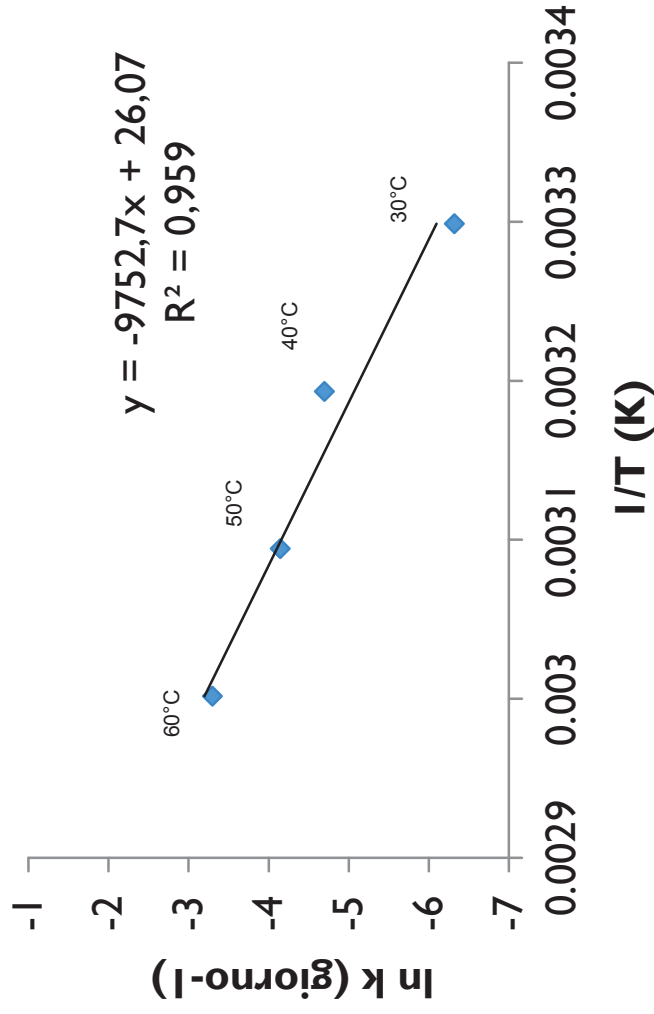
Equazione di Arrhenius

$$k = k_0 \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

$$\ln k = -\frac{E_a}{RT} + \ln k_0$$



APPLICAZIONE DELL'EQUAZIONE DI ARRHENIUS EQUATION



Applicando questa equazione e conoscendo il limite di accettabilità è possibile calcolare la shelf life a 20 °C

Equazione di SL

$$SL = \frac{C_o - C_{\text{lim}}}{k_T} = \frac{C_o - C_{\text{lim}}}{k_o \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}}$$

CASO STUDIO : STUDIO DI SHELF-LIFE DI BISCOTTI

Identificazione dell'evento
alterativo prevalente



Reazioni di ossidazione



Scelta dell'indicatore idoneo a monitorare l'evento
alterativo



Numero di perossidi



Individuazione del limite di accettabilità



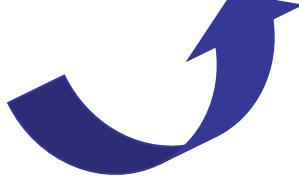
$NP_{lim} = 20 \text{ meqO}_2/\text{kg}$



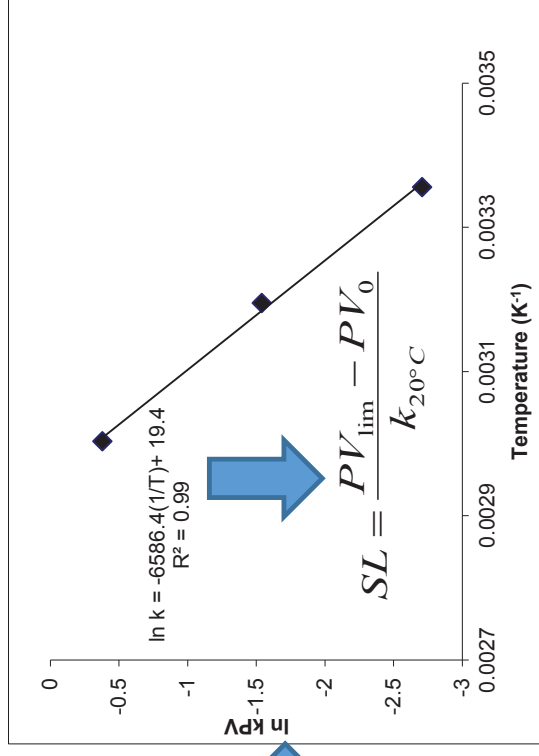
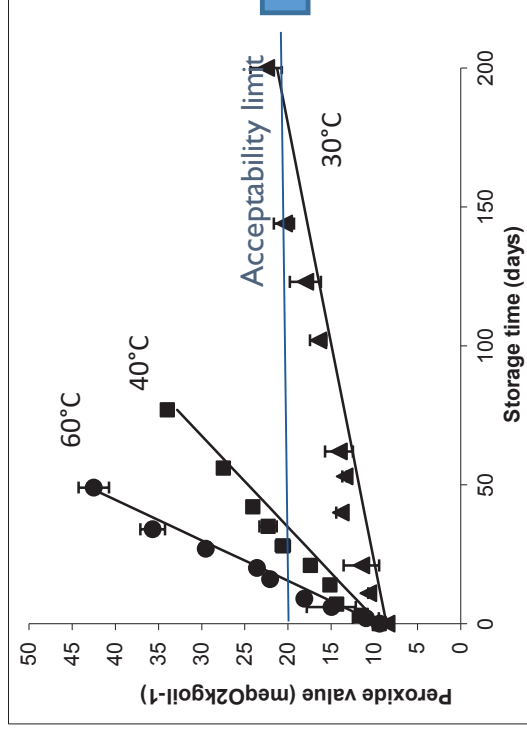
Valutazione delle cinetiche di reazione ad
almeno tre diverse temperature



Calcolo della shelf life



Olio extra vergine di oliva



Vantaggi e svantaggi ASLT



Ridurre i tempi degli studi di shelf life



Nota l'equazione di Arrhenius per un dato prodotto, nella routine del SGQ si può utilizzare solo una temperatura per “*ongoing shelf life evaluation*”



Bisogna fare attenzione delle condizioni di accelerazione da utilizzare negli ASLT