

# **IRRADIAÇÃO DE PRODUTOS DE ORIGEM VEGETAL**

# PARA QUE IRRADIAR FRUTAS E HORTALIÇAS?

- Inibição de brotamento
- Quarentena e desinfestação de insetos
- Retardar amadurecimento e senescência
- Pasteurização
- Esterilização

# PRINCIPAIS RAZÕES PARA PERDAS NO ARMAZENAMENTO

- Brotamento;
- Murchamento devido à perda de umidade;
- Doenças ou podridões de armazenamento.

# RADIOINIBIÇÃO DO BROTAMENTO

- ❖ Colheita Fase Inicial: bulbos e tubérculos no período de Dormência;
  - ❖ Final do Período: divisão celular ativa e alongamento dos meristemas (pontos de crescimento);
- Irradiação no período de dormência: alterações morfológicas e histológicas nas gemas  $\Rightarrow$  deformação e necrose durante o armazenamento.

# RADIOINIBIÇÃO DO BROTAMENTO

## Atuação bioquímica

Alteração na síntese das auxinas e giberelinas (hormônios de crescimento)

Inibição da síntese RNAmensageiro

Paralisação da divisão e alongamento das células dos tecidos meristemáticos.

# CONDIÇÕES PARA A IRRADIAÇÃO

Baixas doses de radiação são utilizadas para inibir brotamentos em batata, inhame, cebola, alho, gengibre, etc.

**Doses entre 0,05 – 0,15 kGy**

**Os produtos devem estar no estágio de dormência, isto é, antes do início do processo germinativo**

**Os produtos devem estar em perfeitas condições, sem danos físicos**  **cura e suberização**

# FATORES QUE CONTROLAM OS EFEITOS DO PROCESSO

- Condições da matéria prima
- Época de Irradiação
- Dose de irradiação
- Taxa de dose
- Variedade
- Condições de armazenamento

# **FATORES QUE AFETAM O CONTROLE DO BROTAMENTO PELA IRRADIAÇÃO**

## **1. Condições de matéria-prima**

### **Pré-requisitos:**

- **Boa qualidade do ponto de vista sanitário;**
- **Firmeza;**
- **Maturação adequada;**
- **Estar seca;**
- **Sem feridas.**

# FATORES QUE AFETAM O CONTROLE DO BROTAMENTO PELA IRRADIAÇÃO

## 2. Época de irradiação

- período de dormência;
- **BATATA:** 45 – 100 dias; levemente afetada pela temperatura de armazenamento e significativamente pela variedade.
- **CEBOLA:** 30 – 60 dias, podendo ser aumentado para 3 a 4 meses, quando armazenadas sob refrigeração.
- **ALHO:** 50 dias.

# FATORES QUE AFETAM O CONTROLE DO BROTAMENTO PELA IRRADIAÇÃO

## • 3. Doses de radiação

- batatas: doses mínimas 0,03 kGy
- cebolas: 0,05 – 0,15 kGy; dose máxima  $\approx$  0,15 kGy - não produz efeitos colaterais.

### Ex:

- Algumas variedades de batatas: doses  $\approx$  0,20 kGy, aumentam o escurecimento e ficam doces;
- Em cebolas: doses  $>$  0,25 kGy, podem aumentar o apodrecimento e o amolecimento do produto;
- Segundo a FAO/OMS/OIEA - doses até 0,15 kGy são as recomendadas para as batatas e cebolas.

# FATORES QUE AFETAM O CONTROLE DO BROTAMENTO PELA IRRADIAÇÃO

## 4. Intensidade ou velocidade da dose

- Quanto maior a velocidade de dose, maior a efetividade da irradiação.

## 5. Variedade

- Somente devem ser irradiadas as variedades aptas para armazenamento prolongado (película externa espessa, como var. Creola);
- Para cada variedade, deve-se estudar as condições locais, os parâmetros do processo de irradiação e as condições de armazenamento, considerando-se o destino que se dará ao produto (consumo *in natura*/processamento).

# FATORES QUE AFETAM O CONTROLE DO BROTAMENTO PELA IRRADIAÇÃO

- **6. Condições de armazenamento**

- Temperatura → influencia na composição química e nas propriedades organolépticas;
- Manejo anterior à irradiação - feridas/danos mecânicos sofridos na colheita e manipulação;
- A cura em cebolas e alhos auxilia na efetividade da irradiação.

## 2. DESINFESTAÇÃO DE INSETOS

ALIMENTO	DOSE DE RADIAÇÃO	OBJETIVO
<b>GRÃOS, FRUTAS, LEGUMES E OUTROS ALIMENTOS SUJEITOS A O ATAQUE DE INSETOS -</b>	<b>0,1 a 1kGy</b>	<b>Desinfestação</b>  Mata os insetos ou impede sua reprodução através da esterilização.  Pode substituir os tratamentos feitos com produtos químicos fumigantes  <b>QUARENTENA</b>

## TIPOS DE CONTROLE

- Químico: inseticidas (pó, líquido, expurgo)
- Físico: temperatura, pressão, atmosfera e radiação

# EFEITOS DA RADIAÇÃO

Efeitos gerais:

- mortalidade
- diminuição do ciclo de vida
- interrupção do desenvolvimento
- redução da fecundidade
- esterilidade

## A SENSIBILIDADE DOS INSETOS A ESSE EFEITOS VARIAM CONSIDERAVELMENTE COM RELAÇÃO A:

- ✓ espécies
- ✓ sexo
- ✓ estágio morfológico
- ✓ idade de um estágio em particular

## **DOSES DE RADIAÇÃO IONIZANTE:**

**radiação gama, raios-X ou elétrons acelerados**

Besouros: a partir de 100 Gy até 500 Gy

Traças: a partir de 300 Gy até 1000 Gy

Ácaros: a partir de 250 Gy até 1000 Gy

**Cuidado especial: embalagens para evitar re-infestação**

# CONTROLE QUARENTENÁRIO

## Quarentena

- Limitação de movimento de pessoas, animais ou vegetais que estiveram expostos por uma doença contagiosa, com o intuito de evitar transmissões subsequentes de doenças em áreas livres

# QUARENTENA DE FRUTAS

- Ácaros em uva
- Mariposas em maçãs e mangas
- Mosca do Mediterrâneo
- Mosca das frutas

# IMPORTÂNCIA DA MOSCA DAS FRUTAS

- Problema quarentenário sério no Brasil
- Bastante agressiva, muitas perdas
- Muitos hospedeiros
- Vários países livres da praga
- EUA gastaram muitos milhões de dólares para erradicar a mosca da fruta

# TRATAMENTOS QUARENTENÁRIOS

- Brometo de Metila
  - Melhor custo benefício
  - Proibição nos EUA, 2000. Mundo desenvolvido, 2005. Em, desenvolvimento, 2015.
- Dupla imersão em água quente ou tratamento com vapor
  - Imersão: de 60 a 90 min + 30 para resfriamento.
  - Vapor: 4 horas de tratamento + 30 min para resfriamento
  - Controle nem sempre 100%
  - Modificação da qualidade organolética
- Refrigeração
  - 10 a 12 dias a 1 ou 2° C
  - Poucos frutos resistem a esta temperatura
- Irradiação

# IRRADIAÇÃO COMO TRATAMENTO QUARENTENÁRIO

- Muito eficaz
- Relativamente rápido
- Prático
- Retenção da qualidade do produto

Probit 9

- 99,997% de controle
- 3 em 100000 indivíduos

# DOSE DE APLICAÇÃO

Segundo Federal Register (2002)

## Irradiation for Fruit Flies and Seed Weevils in Imported Fruits and Vegetables

Scientific name	Common name	Dose (gray)
<i>Bactrocera dorsalis</i>	Oriental fruit fly	<b>250</b>
<i>Ceratitis capitata</i>	Mediterranean fruit fly	<b>225</b>
<i>Bactrocera cucurbitae</i>	Melon fly	<b>210</b>
<i>Anastrepha fraterculus</i>	South American fruit fly	<b>150</b>
<i>Anastrepha suspensa</i>	Caribbean fruit fly	<b>150</b>
<i>Anastrepha ludens</i>	Mexican fruit fly	<b>150</b>
<i>Anastrepha obliqua</i>	West Indian fruit fly	<b>150</b>
<i>Anastrepha serpentina</i>	Sapote fruit fly	<b>150</b>
<i>Bactrocera tryoni</i>	Queensland fruit fly	<b>150</b>
<i>Bactrocera jarvisi</i>	(No common name)	<b>150</b>
<i>Bactrocera latifrons</i>	Malaysian fruit fly	<b>150</b>
<i>Sternochetus mangiferae</i>	Mango seed weevil	<b>300</b>

### 3. RETARDO DA MATURAÇÃO E SENESCÊNCIA

ALIMENTO	DOSE DE RADIAÇÃO	OBJETIVO
banana, mamão, manga, goiaba, abacate, tomate, citrus, abacaxi, maçã, pêssego, figo, uva e outros	Até 1,0 KGY	Aumento na vida útil

# RETARDO NO AMADURECIMENTO E SENESCÊNCIA

A aplicação do tratamento de irradiação, com o fim de retardar o amadurecimento, deve ser feita imediatamente antes do pico de máxima produção de etileno.

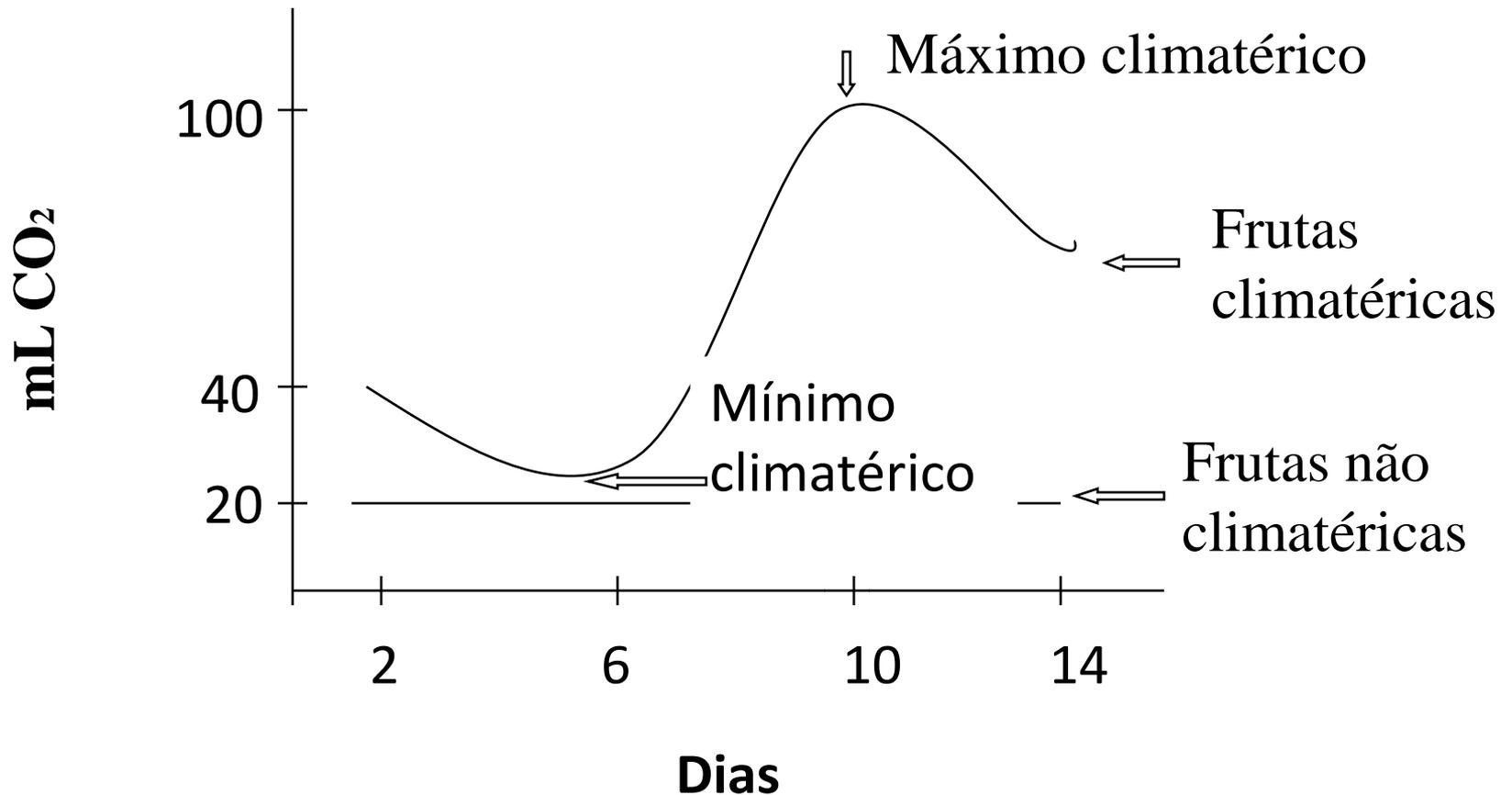
Deste modo, produz-se retardo no pico climatérico, o qual coincide com o ponto ótimo de amadurecimento.

O retardo no amadurecimento de depende da:

- espécie da fruta;
- dose empregada.

A dose máxima aplicada às frutas e hortaliças é aquela que é capaz de manter as características organolépticas e preservar os nutrientes.

# FRUTAS CLIMATÉRICAS E NÃO CLIMATÉRICAS



# ATUAÇÃO DA RADIAÇÃO GAMA

- Diminuição da respiração e produção de etileno
  - Afeta a autocatálise do etileno.
- Dano nas membranas da mitocôndria
  - Local da respiração (Ciclo de Krebs e Cadeia de Transporte de elétrons)
- Dano na membrana plasmática
  - Receptor de etileno

# FATORES QUE AFETAM A EFICÁCIA DA IRRADIAÇÃO

- **Espécie**
  - Muito eficaz para mamão;
  - Abacate é muito sensível.
- **Variedade**
  - Manga (Haden mais resistente que Palmer) e banana (Banana-maçã mais resistente que Nanica)
- **Grau de maturação**
- **Estagio fisiológico do fruto**
  - Estresse - danos mecânicos, perda de umidade, temperatura de armazenamento;
  - Época, horário e local da colheita;
  - Local de crescimento do fruto na planta – insolação, dreno de metabólitos.

## 4. PASTEURIZAÇÃO A FRIO

ALIMENTO	DOSE DE RADIAÇÃO	OBJETIVO
<p>Sucos de frutas, Massas frescas, frutas e legumes minimamente processados</p>	<p>0,1 a 10 kGy</p> <p>Tratam. combinados:</p> <p>Armazen. (0° a 3°C)</p> <p>Desidratação</p> <p>Baixa atividade de água</p>	<p>Retardar a decomposição por microrganismos</p> <p>Elimina e /ou reduz o número de microrganismos patogênicos ou putrefativos</p>

# RADURIZAÇÃO/RADIOPASTEURIZAÇÃO

Exposição de frutas ou hortaliças a doses limitadas de radiação ionizante para causar uma redução no processo de apodrecimento e nas doenças causadas por microrganismos.

**Objetivo:** controlar podridões e doenças pós-colheita que afetam frutas ou hortaliças, sem no entanto, prejudicar suas qualidades sensoriais.

- Apodrecimento de frutas e hortaliças → resultado da infecção por fungos filamentosos, leveduras e bactérias.

# PARÂMETROS RELACIONADOS ÀS DOSES REQUERIDAS PARA O CONTROLE DO CRESCIMENTO FÚNGICO EM FRUTAS E HORTALIÇAS

## Atmosfera no local de radiação

- Presença ou ausência de  $O_2$  no local da irradiação, resulta em diferentes graus de efetividade e de doses para inibir o crescimento fúngico;
- A formação de  $H_2O_2$  na presença de  $O_2 \rightarrow$  dano ao fungo,  $\uparrow$  letalidade;
- A renovação contínua do ar do local minimiza estes efeitos.

## Proteção do hospedeiro

- Irradiação *in vivo* de fungos e bactérias não é tão efetiva quanto a irradiação *in vitro* para um mesmo nível de dose.

# TRATAMENTOS COMBINADOS

## A. Com calor

**Ex:** Banho aquecido a 49°C/7 min. + irradiação (0,75 a 1,0 kGy) em mangas e pêssegos;

## B. Com produtos químicos

**Ex:** Banho em 100 ppm de Aureofungin ou Captan + 2,0 kGy, protege 80 a 85% das maçãs armazenadas a 21°C por 3 dias.

## C. Cálcio

**Fortalece a parede celular do fruto.**

## 5. ESTERILIZAÇÃO

ALIMENTO	DOSE DE RADIAÇÃO	OBJETIVO
<b>Alimentos prontos para consumo como: conservas de hortaliças.</b>	<b>20 – 70 kGy</b>	<b>Esterilização.</b> O produto após tratamento pode ser armazenado à temperatura ambiente

# FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DO PRODUTO IRRADIADO

- Tratamentos pós-colheita conservam mas não melhoram a qualidade inicial do produto
- Importante garantir produto de qualidade para irradiação
- Contaminação inicial de microrganismos baixa
- Estado fisiológico antes da irradiação
  - danos mecânicos, perda de umidade, temperatura de armazenamento
  - Época, horário e local da colheita
- Armazenamento e transporte após irradiação

# LIMITAÇÕES DE ORDEM PRÁTICA

- Variação de dose
  - Sempre haverá variação da dose num determinado volume de aplicação.
  - Quanto maior o volume de aplicação, maior a variação de dose
  - Num pallet irradiado podemos ter de 2 a 3 vezes a variação de dose

- Aumento da sensibilidade ao frio
  - Recomendação da ICGFI para temperatura mínima de segurança para:
    - Manga 11 - 13°C
    - Banana 13 - 15°C
    - Mamão 15 - 16°C
- Injúrias pelo frio e irradiação têm as mesmas características fisiológicas
- Tratamento para evitar o dano
  - Aguardar 12 horas após a irradiação para armazenar sob refrigeração
  - Tratamentos térmicos (calor) diminuem a incidência