

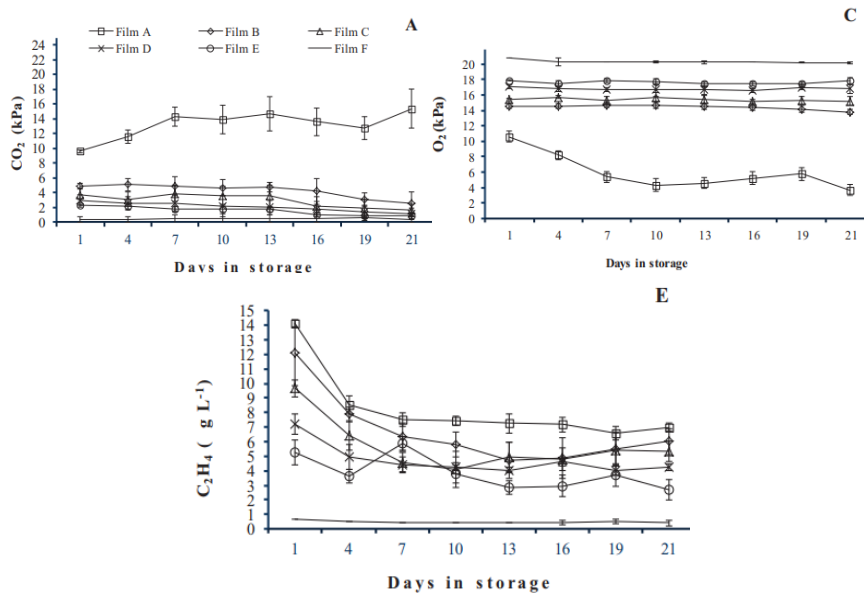
**TRABAJO PRÁCTICO N°4. OPERACIONES PRELIMINARES-ESCALDADO**

- Una empresa agroindustrial busca optimizar el envasado de tomates cherry en bandejas para su comercialización en supermercados (temperatura de exhibición: 20°C). Se ha evaluado como material de envase una película de polipropileno con un espesor de 30 µm. Con el fin de ajustar la permeabilidad se usaron películas sometidas a un proceso de microperforación láser (diámetro de perforación: 110 µm), variando la cantidad de poros por envase: las películas A, B, C, D, E y F presentaron 0, 2, 4, 6, 8 y 40 perforaciones respectivamente. Las propiedades de permeabilidad al oxígeno, dióxido de carbono y vapor de agua se detallan a continuación:

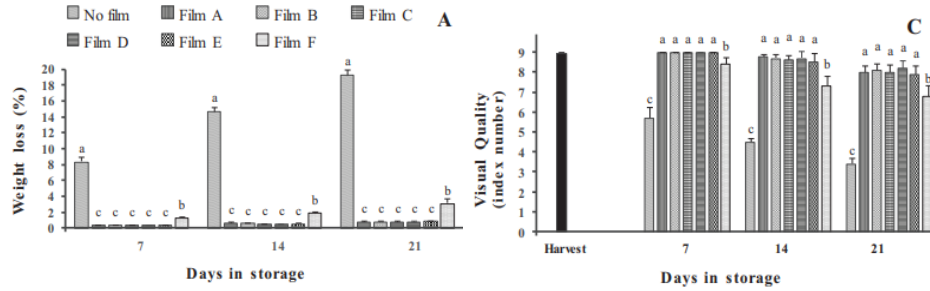
**Table 1**  
Barrier properties of the used films.

| Film | O <sub>2</sub> permeance (O <sub>2</sub> p) <sup>a</sup><br>(µM s <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> kPa <sup>-1</sup> ) | CO <sub>2</sub> permeance (CO <sub>2</sub> p)<br>(µM s <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> kPa <sup>-1</sup> ) | Selectivity<br>CO <sub>2</sub> p/O <sub>2</sub> p <sup>-1</sup> | WVTR<br>(µg s <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) when RH difference is 50% |
|------|---|--|---|---|
| A    | 0.0087  | 0.042f <sup>b</sup>  | 4.83  | 6.02f   |
| B    | 0.370   | 0.323e   | 0.87  | 20.37e  |
| C    | 0.813   | 0.668d   | 0.82  | 37.85d  |
| D    | 1.264   | 1.019c   | 0.81  | 55.79c  |
| E    | 1.743   | 1.392b   | 0.80  | 74.77b  |
| F    | 11.24   | 8.781a   | 0.78  | 373.84a   |

Tras el envasado de los tomates cherry, se monitoreó la evolución de los gases (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> y Etileno) durante un periodo de 21 días. Los resultados del análisis atmosférico se observaron en las siguientes graficas:



La perdida de peso y la calidad visual se muestran en la siguientes graficas:



Los parámetros químicos de calidad medidos se muestran en la siguiente tabla:

**Table 3**  
 Changes in pH, titratable acidity (TA), vitamin C, total soluble solids (TSS) and total carotenoids in 'Dorotea' cherry tomatoes stored at 20 °C and 60–65% RH for 7, 14 or 21 d.

| Treatments      | pH     | TA as citric acid (g L <sup>-1</sup> juice) | Vitamin C (mg L <sup>-1</sup> ) | TSS (%) | Total carotenoids as lycopene (mg L <sup>-1</sup> ) |
|-----------------|--------|---|---------------------------------|---------|---|
| Harvest         | 4.22   | 6.1   | 435                             | 7.8a    | 102   |
| Seven days      |        |   |                                 |         |   |
| Film A          | 4.35a  | 5.1c  | 348c                            | 6.9b    | 102b  |
| Film B          | 4.29b  | 5.5b  | 392b                            | 7.6a    | 102b  |
| Film C          | 4.30b  | 5.7b  | 436a                            | 7.4a    | 106b  |
| Film D          | 4.27b  | 5.5b  | 428a                            | 7.6a    | 103b  |
| Film E          | 4.28b  | 5.6b  | 418a                            | 7.5a    | 105b  |
| Film F          | 4.31b  | 5.5b  | 386b                            | 7.6a    | 105b  |
| Fourteen days   |        |   |                                 |         |   |
| Film A          | 4.46a  | 4.0e  | 332d                            | 5.6d    | 108c  |
| Film B          | 4.33b  | 5.0c  | 409b                            | 7.1c    | 115b  |
| Film C          | 4.32b  | 5.3b  | 419ab                           | 7.4b    | 119b  |
| Film D          | 4.34b  | 5.4b  | 423a                            | 7.3b    | 113b  |
| Film E          | 4.31b  | 5.3b  | 418ab                           | 7.2bc   | 111bc   |
| Film F          | 4.31b  | 4.3d  | 374c                            | 7.0c    | 104d  |
| Twenty-one days |        |   |                                 |         |   |
| Film A          | 4.53a  | 3.4e  | 283d                            | 4.1e    | 110c  |
| Film B          | 4.37 b | 4.8c  | 382c                            | 6.8c    | 109c  |
| Film C          | 4.36b  | 5.2ab                                       | 438ab                           | 7.2b    | 114bc   |
| Film D          | 4.39b  | 5.0b  | 426b                            | 7.0b    | 113bc   |
| Film E          | 4.35b  | 5.1b  | 435ab                           | 7.1b    | 119b  |
| Film F          | 4.35b  | 3.9d  | 372c                            | 6.6d    | 107c  |

<sup>a</sup> Values in column for each storage time not followed by the same letters are significantly different at  $P \leq 0.05$  according to Duncan's multiple range test.

- Realice un diagrama de bloque completo del proceso para obtener tomates Cherry IV gama.
- Mencione las ventajas del envasado de tomates cherry con atmósferas protectoras.
- Identifique la influencia del n° de perforaciones en el envase sobre la concentración de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>. Justifique porque ocurre.
- Describa el comportamiento del etileno en función de los envases y del tiempo. Explique por qué su medición es un parámetro crítico en conservación de productos de IV gama como el tomate cherry.

- e) Determine en qué tratamiento el fruto experimenta un mayor compromiso de su capacidad respiratoria. Explique qué proceso metabólico se dispara cuando el oxígeno desciende a niveles críticos y qué consecuencias negativas tiene esto para la calidad del producto.
  - f) Describa el comportamiento en cuanto a la pérdida de peso y la calidad visual.
  - g) ¿En qué envase se observa una menor retención de Vitamina C y acidez titulable? Justifiquen este resultado relacionándolo con los gráficos de atmósfera interna.
  - h) Si tuvieran que elegir el envase que logra menos deterioro nutricional y más turgencia (menos pérdida de peso), ¿cuál elegirían? Justifiquen su elección
2. La empresa "NaturMix S.A." desea lanzar una línea de vegetales listos para consumir. El proyecto se divide en dos fases: el lanzamiento de bandejas individuales y, posteriormente, una ensalada mixta. Se quiere procesar espinaca, pepinos en rodajas, melón (Canteloupe) troceado y manzanas (red delicious) en cubos.

Los vegetales a procesar presentan las siguientes opciones de envase:

- E1 - Alta Barrera (Hermético): Bloqueo total de gases y humedad.
- E2 - Microperforado (Respirable): Porosidad media (perforada por láser).
- E3 - Macroporoso (Ventilado): Agujeros grandes y visibles. Circulación de aire total.

Las opciones de atmosfera son las siguientes:

- A1 - Pasiva (Aire): Sellado con aire normal (21% O<sub>2</sub>). El vegetal modifica el ambiente solo con el tiempo. Es la opción más económica.
- A2 - Activa Estándar: Inyección de 5% O<sub>2</sub> / 5% CO<sub>2</sub>. Diseñada para "dormir" al vegetal inmediatamente y frenar el metabolismo.
- A3 - De Seguridad: Inyección de 10% O<sub>2</sub>/ 5% CO<sub>2</sub>. Mayor margen de oxígeno para evitar la fermentación en productos con tasas respiratorias muy altas (como el melón).
- A4 - Enriquecida (CO<sub>2</sub>): Inyección de 5% O<sub>2</sub> / 10% CO<sub>2</sub>. El alto dióxido de carbono actúa como fungicida natural, pero puede quemar tejidos sensibles.

En base a los datos proporcionados:

- a) Plantee un diagrama de flujo de proceso para la obtención del mix de vegetales, que considere almacenamiento refrigerado.
- b) Establezca una ficha técnica que describa el nombre de los vegetales, la temperatura de almacenamiento en °C, la humedad relativa requerida, la producción de etileno (Muy Baja / Baja / Moderada / Alta / Muy Alta), la sensibilidad al etileno (Baja / Moderada / Alta) y el tiempo aproximado de almacenamiento.
- c) Considerando un lote de 500 kg para cada vegetal, almacenados en cámara frigorífica, calcule la cantidad de etileno que se producen, en microlitros por cada lote en un periodo de 24 horas de almacenamiento, utilizando valores promedios de producción

de etileno (Tabla de producción de etileno del aula virtual). Indique como influye la presencia del etileno en los vegetales envasados.

- d) La gerencia decide comercializar un mix de estos cuatro vegetales envasado en bandeja sellada. Justifique técnicamente la viabilidad del producto o qué modificaciones propondría basándose en su análisis previo.
3. Una empresa hortícola proyecta lanzar al mercado una línea de vegetales mínimamente procesados y precocidos, comercializados en envases refrigerados de 500 g, listos para consumir o cocinar. La línea estará compuesta por los siguientes alimentos: papas en cubos, batatas en bastones, zanahorias rallada, cebolla en juliana, espinaca trozada y coliflor en porciones.

Con el objetivo de incrementar la vida útil comercial, reducir el deterioro enzimático y mejorar la estabilidad del producto durante el almacenamiento refrigerado, la empresa evalúa incorporar una etapa de escaldado dentro del proceso productivo, en aquellos vegetales donde esta operación resulte tecnológicamente necesaria.

La planta industrial opera 8 horas diarias y prevé la siguiente producción diaria de materia prima:

- Papa: 500 kg/día
- Batatas: 400 kg/día
- Zanahoria: 350 kg/día
- Espinaca: 180 kg/día
- Cebolla: 120 kg/día
- Coliflor: 100 kg/día

Para la operación de escaldado se establecen las siguientes condiciones de trabajo:

- Temperatura de escaldado: 90 °C
- Tiempo de residencia: 2 min
- Pérdidas de materia prima durante el escaldado: 5 %

La planta dispone de un escaldador continuo por inmersión en banda, con una capacidad interna de 100 kg por lote. Cada ciclo operativo presenta, además del tiempo de residencia del producto, un tiempo fijo de carga y descarga de 4 min por lote, el cual deberá considerarse para el cálculo de la productividad horaria del equipo.

Para los vegetales sometidos a hidroescaldado (inmersión en agua caliente), el consumo específico de agua es de 2,5 L por kg de producto ingresado. Parámetros térmicos: Temperatura inicial del vegetal y agua = 20 °C; Calor específico promedio de los vegetales  $C_p = 0,9$  kcal/kg°C; Calor latente del vapor = 540 kcal/kg.

En base a la información suministrada, se solicita:

- a) Determinar cuáles de los vegetales de la línea requieren una etapa de escaldado y cuáles no, justificando técnicamente la decisión.
- b) Definir técnicamente la operación de escaldado y explicar su función como pretratamiento en el procesamiento industrial de vegetales.
- c) Indicar cuáles son las principales enzimas que se busca inactivar mediante el escaldado y describir los defectos de calidad que pueden presentarse cuando esta operación es insuficiente o no se realiza adecuadamente.
- d) Calcular la cantidad total diaria de vegetal que deberá someterse a escaldado para cumplir con el programa de producción establecido.
- e) Determinar la productividad horaria real del escaldador y verificar si la capacidad del equipo resulta suficiente para procesar el volumen diario requerido.
- f) Calcular el consumo máximo diario de agua caliente necesario para la operación de hidroescaldado.
- g) Calcular el requerimiento máximo diario de vapor necesario para elevar y mantener el agua de escaldado a la temperatura de proceso.