

POSCOSECHA Y PRE-REFRIGERACIÓN

- En un sistema de almacenamiento, un lote de producto vegetal fresco de 3 kg libera 0,012 m<sup>3</sup> de CO<sub>2</sub> en un período de 2 horas debido a su actividad metabólica. Se sabe que la respiración del producto genera una liberación de energía equivalente a 21 kJ por litro de CO<sub>2</sub> producido.
  - Determinar el índice de respiración (IR) del producto, expresado en  $\frac{m^3}{kg \cdot h}$
  - Calcular el calor total generado por el lote durante ese período
  - Estimar la potencia térmica promedio (calor liberado por unidad de tiempo en W) que debería remover el sistema de pre-refrigeración para mantener condiciones estables
- Calcule el volumen de O<sub>2</sub> consumido por una fruta que presenta un Coeficiente de Respiración de 0,8 si emite un volumen de 0,016 litros de CO<sub>2</sub>.
- La empresa *Frutos del Valle* posee un lote de peras variedad Bartlett. Existe un conflicto entre Producción y Logística respecto al momento de cosecha. Producción propone cosechar a los 150 días por máximo peso y tamaño, mientras que Logística advierte que, debido al envío a Europa (25 días), las condiciones de firmeza y metabolismo podrían afectar la calidad al arribo. Los resultados de laboratorio a los 150 días (peso, acidez titulable, sólidos solubles e índice respiratorio) se muestran en las siguientes gráficas:

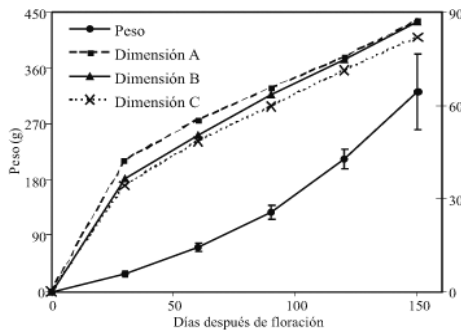


FIGURA 2 - Medias de las dimensiones durante el crecimiento y evolución del peso desde floración y hasta la cosecha. Las barras presentan la media ± sd.

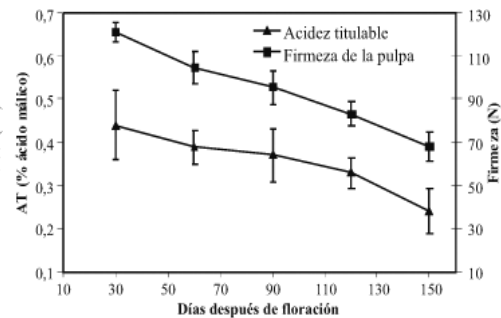


FIGURA 3 - Comportamiento de la acidez titulable y de firmeza de la pulpa de la pera variedad Triunfo de Viena. Las barras presentan la media ± sd.

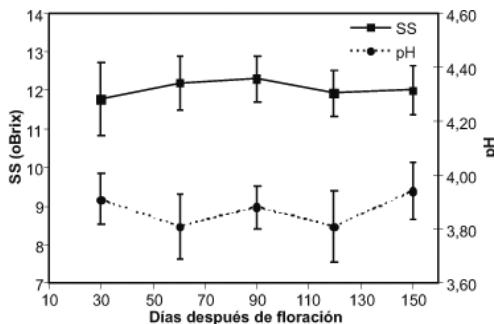


FIGURA 4 - Comportamiento de los sólidos solubles (SS) y del pH durante el crecimiento de la pera variedad Triunfo de Viena. Las barras presentan la media ± sd.

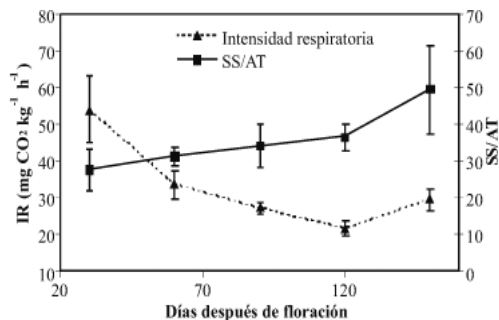


FIGURA 5 - Comportamiento de la intensidad respiratoria (IR) y la relación de madurez (SS/AT) durante el crecimiento de la pera variedad Triunfo de Viena. Las barras presentan la media ± sd.

- El protocolo de exportación de la empresa exige una firmeza mínima de 80 N para carga en contenedor. Analice el gráfico de firmeza y determine: ¿Cuál es la firmeza real al Día 150? ¿Es apta para el viaje de 25 días a Europa?

- b) El departamento de producción argumenta que la fruta está "más dulce" en el Día 150. Analice el gráfico de sólidos solubles. ¿Existe un aumento significativo de los Sólidos Solubles (°Brix) entre el día 120 y el 150 que justifique esperar tanto tiempo?
- c) Se desea comparar la emisión de gases de tres lotes de 10.000 kg de pera cada uno, almacenados temporalmente en el galpón de acopio durante 12 horas bajo diferentes estados de madurez: 90, 120 y 150 días. Calcule la cantidad de dióxido de carbono (en gramos) generada por cada lote en las 12 horas de acopio. ¿Cuál de los tres tiempos representa el menor costo de manejo para el productor si se busca evitar la acumulación de gases?
- d) ¿A qué departamento le da la razón? ¿Qué riesgo corre la empresa si decide exportar el lote del Día 150 a Europa? Proponga una alternativa para el destino de la fruta cosechada en el Día 150.
4. Un productor de la región ha iniciado su primera cosecha comercial de pitaya roja y decidió recolectar dos lotes con diferentes grados de madurez. El primer lote se cosechó con la piel totalmente roja, mientras que el segundo se retiró de la planta con un tono mayormente verde, bajo la creencia de que terminaría de madurar y endulzar en el galpón de acopio. Sin embargo, tras varios días a temperatura ambiente, el productor observó que las frutas verdes no desarrollaron el color característico ni incrementaron su dulzor, presentando además un marchitamiento prematuro en las brácteas. Según los resultados obtenidos, decidió continuar su cosecha con el primer lote. La fruta cosechada fue depositada en galpón bajo calor de campo durante 5 días, bajo condiciones climáticas con una humedad de 40% del ambiente (Figura a). Pasado el día 5, entra al galpón para llevar la fruta a la venta en ferias, y ha detectado una pérdida del 35% del volumen total. Las gráficas del acopio inicial y de la fruta a los 5 días de almacenamiento se muestran a continuación.



En base a lo anterior responda

- a) Determine si la pitaya roja es un fruto climatérico o no climatérico. Justifique por qué la decisión de cosechar el lote verde resulta en un fracaso comercial y metabólico.
- b) Analice cómo los daños mecánicos y el calor de campo acumulado como puntos críticos que facilitan el desarrollo de microorganismos. ¿Cómo afecta esto la clasificación y el precio de venta en feria?
- c) Evalúe el sistema de acopio y proponga una medida de manejo inmediata para reducir ese 35% de pérdidas en la próxima cosecha.
- d) Si el lote original era de 1.000 kg y el precio por kg en feria es de \$2.000, calcule el impacto económico de la pérdida del 35%. Calcule el nuevo ingreso si se implementa un sistema de preenfriamiento si este reduce la pérdida al 5% y calcule cuántos lotes recuperaría la inversión del preenfriamiento (\$3.000.000).

5. Se han cosechado mangos los cuales se encontraban a una temperatura de campo de 30°C. A fin de reducir la velocidad de maduración y el desarrollo y proliferación de microorganismos; se enfrían usando aire 2°C. Calcule:

a) El tiempo necesario para alcanzar la temperatura de 8° C en el centro de la fruta.

Datos:  $h=45 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$ ,  $k= 0,45 \text{ W/m }^\circ\text{K}$ ,  $\alpha= 1,2 \times 10^{-7} \text{ m}^2 / \text{s}$ , diámetro=10cm

6. Cuando se enfría kiwi desde una temperatura de 26 °C a 10 °C usando un refrigerante cuya temperatura es de -1°C, se demora 33 min. Usando el mismo refrigerante, se desean disminuir la temperatura de zucchinis desde 28 °C a 15 °C. ¿Qué tiempo sería necesario?

Datos: kiwi:  $k= 0,325 \text{ W/m }^\circ\text{C}$ , diámetro=7 cm,  $\alpha= 2 \times 10^{-3} \text{ m}^2 / \text{hr}$

Zucchini:  $k= 0,36 \text{ W/m }^\circ\text{C}$ , diámetro=5 cm, longitud= 12 cm,  $\alpha= 2,7 \times 10^{-3} \text{ m}^2 / \text{hr}$

7. Como parte de un proceso de pre-enfriamiento en una planta de empaque, se sumergen pepinos recién cosechados en una batea de agua helada para remover el calor de campo y reducir la tasa respiratoria antes del despacho. Estimar la temperatura en el centro geométrico tras permanecer sumergido en agua a 2 °C durante 45 minutos. El producto ingresa al sistema con una temperatura inicial uniforme de 28 °C.

Datos:  $k:0,52 \text{ W/m }^\circ\text{C}$ ,  $C_p: 3500 \text{ J/kg }^\circ\text{C}$ ,  $\rho=960 \text{ Kg/m}^3$ ,  $h:150 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ . Dimensiones de la verdura: Diámetro: 0,05 m, longitud: 0,20m (considerar cilindro infinito)

8. Una empresa fruti-hortícola debe definir el sistema de pre-enfriamiento más adecuado para un lote de 5000 kg de frutilla fresca, con el objetivo de reducir su temperatura desde 25 °C hasta 2 °C. Durante el proceso, se ha determinado que el producto genera 1,2 m³ de CO₂, sabiendo que por cada litro de CO₂ producido se liberan 20 kJ de calor debido a la respiración. El calor específico de la frutilla es de 3,6 kJ/kg·°C. Se dispone de tres sistemas de enfriamiento, cada uno con un desempeño diferente, caracterizado por el tiempo real que tardan en alcanzar la temperatura final del producto:

Sistema	Potencia nominal	Costo	Tiempo de enfriamiento
Cámara frigorífica	25 kw	USD 5000	7 horas
Aire forzado	40 kw	USD 8000	3,5 horas
Hidrocooling	90 kw	USD 45000	1,5 horas

a) Calcule el calor generado en esa respiración, el calor sensible asociado al enfriamiento de la fruta y el calor total.

b) Determinar la potencia frigorífica requerida (en kW) para cumplir con el objetivo de enfriamiento en 4 horas.

c) Calcular la potencia efectiva de cada sistema, considerando su tiempo real de enfriamiento.

d) Determinar la eficiencia de cada equipo, definida como:  
 $\eta = (\text{potencia nominal} / \text{potencia efectiva}) \times 100$

e) Comparar los resultados y analizar:

- ¿Qué equipos cumplen con el tiempo requerido?
- ¿Cuál presenta mayor eficiencia térmica?
- ¿Cuál resulta más conveniente desde el punto de vista técnico y económico?