

ALMACENAMIENTO REFRIGERADO Y RESPIRACION DE TORONJA "MARSH" Y LIMA "PERSA" A TEMPERATURAS CRITICAS

B. Slutzky y M. C. Santana

Departamento de Biología Celular, Centro Nacional de Investigaciones Científicas Ciudad de La Habana, Cuba

Recibido: 9 de abril de 1986

Recibido: 4 de marzo de 1987

ABSTRACT. Respiratory activity of "Marsh" grapefruit and "Persian" lime was analyzed as an indicator of low temperature injury before its was irreversible. The results showed that the chilling injury sensibility was accompanied for an increase in CO₂ production when fruits were placed at room temperature with tendence to return to the normal respiratory pattern when the flavedo is still healthy.

RESUMEN. Se analizó la actividad respiratoria de la toronja "Marsh" y la lima "Persa" como un indicador de alteraciones provocadas en estos frutos por las bajas temperaturas, antes que éstas sean irreversibles. Los resultados mostraron que la sensibilización al daño por frío está acompañada por un incremento en la producción de CO₂ una vez que los frutos son situados bajo condiciones ambientales normales, con tendencia al retorno al patrón normal de respiración, cuando el daño aún no ha alcanzado el flavedo.

INTRODUCCIÓN

Entre los trabajos más significativos relacionados con la respiración de los cítricos afectados por las bajas temperaturas, está el de Eaks¹ quien observó en experiencias realizadas con naranjas y limones, que las exposiciones continuas e intermitentes a 0 y 10 °C en dependencia del tiempo de duración de éstas, producen incrementos en la producción de CO₂ cuando los frutos son transferidos a temperaturas superiores, coincidiendo con un incremento en el consumo de O₂. El autor planteó que el fenómeno pudo deberse a la acumulación de compuestos intermedios durante el almacenamiento. Por otra parte, el propio autor² descartó la posibilidad de que estos compuestos fueran el etileno, el alcohol etílico y el acetaldehído cuya producción se eleva en frutos con estrés por baja temperatura³.

Varios autores coinciden en que la elevación en la actividad respiratoria se produce cuando el daño por baja temperatura es incipiente^{1,4,6} quizás cuando aún pueda considerarse reversible. Sin embargo, cuando los daños por baja temperatura son severos, la velocidad de respiración disminuye marcadamente. Santana y col.⁷ encontraron este comportamiento en frutos cubanos con patrón climático. Resulta interesante, analizar la actividad respiratoria como uno

de los indicadores eficaces para registrar el estado de sensibilización de los frutos a la baja temperatura de almacenamiento.

En este trabajo se estudia el comportamiento del patrón respiratorio de frutos virtualmente "sanos" pero que han soportado condiciones críticas de bajas temperaturas, así como la posibilidad de utilización de la producción de CO₂ como un indicador de daño por frío cuando el proceso puede considerarse reversible.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron limas "Persas" y toronjas "Marsh" cosechadas en la región occidental de Cuba en los meses de mayo de 1982 y octubre de 1981 respectivamente, las que fueron sometidas a las condiciones que se muestran en la Tabla I.

Se extrajeron aleatoriamente de los lotes almacenados, 3 réplicas, (aproximadamente 1 kg de fruta) de tamaño y color uniformes, para cada momento de medición. Las frutas después del almacenamiento refrigerado se situaron a temperatura ambiente por 6 ó 7 d realizándose mediciones diarias. Al mismo tiempo en que se extrajeron los frutos del almacenamiento se revisaron los lotes almacenados (aproximadamente 200 frutos) para cuantificar el porcentaje de daño visible.

TABLA I

Condiciones del experimento de actividad respiratoria

Especie	Condiciones de almacenamiento		Condiciones de la medición de la velocidad de producción de CO ₂	
	Temperatura (°C)	Tiempo (semana)	Temperatura ambiente (°C)	Tiempo (d)
Toronja "Marsh"	6 y 10	2; 4; 6	28 a 32	hasta 6
Lima "Pera"	6	2; 3; 4	24 a 32	hasta 7

Las muestras se colocaron en recipientes herméticos de 5 L por los cuales se hizo pasar un flujo continuo de aire libre de CO₂ de 5 L/h. Cada 24 h, el aire proveniente de los recipientes se circuló durante una hora por dos tubos de Pettenkofer en serie⁸, los cuales contenían 25 mL de solución valorada de Ba(OH)₂. El CO₂ se determinó por doble valoración del hidróxido con HCl 0,1 mol/L.

Los resultados se expresaron en mg de CO₂ producidos por kg de fruta fresca por hora.

Cuando se trabajó con flavedo, se utilizó tanto, tejido de fruta sana, como tejido dañado y adyacente al daño. Se trabajó también con 3 réplicas seleccionadas de igual forma que para el análisis con fruta entera. Se determinó la absorción de O₂ por gramo de tejido fresco, utilizando 100 mg de tejido, en un equipo Warburg según el método descrito por Umbreit y colaboradores⁹.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Toronjas: A medida que el período de almacenamiento aumentó, la velocidad de producción de CO₂ determinada a temperatura ambiente mostró un incremento inicial mayor en toronja "Marsh" (Fig. 1). Estos resultados coinciden con los obtenidos^{5, 10} en naranjas "Valencia" sometidas a condiciones críticas de enfriamiento y en limones¹¹ "Bears". Los cambios de la permeabilidad de las membranas que se producen a temperaturas críticas pueden provocar la producción de etileno endógeno, el cual a su vez, acelera la producción de CO₂ según Vines y colaboradores¹². Un comportamiento similar, pero después de la aplicación de etileno exógeno fue encontrado¹³ en naranjas "Victoria". En todos los casos los frutos mantuvieron tendencia a recuperar su patrón respiratorio normal con semejanza entre los valores obtenidos a 6 y 10 °C.

Las diferencias entre los valores iniciales de velocidad de producción de CO₂ para 6 y 10 °C fueron aumentando en la medida en que se incrementó el período de almacenamiento. De la misma forma, la cantidad de frutos dañados por la baja temperatura en los lotes almacenados a 6 y 10 °C se fue diferenciando. A las 4 semanas de almacenamiento el porcentaje de frutos dañados por frío a 6 °C fue del 15 % mientras que a 10 °C fue menor al 1 %. A las 6 semanas los valores registrados fueron de 30 y de 1,6 % respectivamente. La incidencia de frutas dañadas coincidió con la obtenida por Salcines¹⁴ en la cosecha de 1978 con toronja.

Según Pantástico³ la estimulación en la producción de CO₂ a temperaturas superiores después de períodos de estancia de los frutos a temperaturas críticas, puede estar relacionada con la acumulación de ciertos metabolitos intermedios que se descomponen rá-

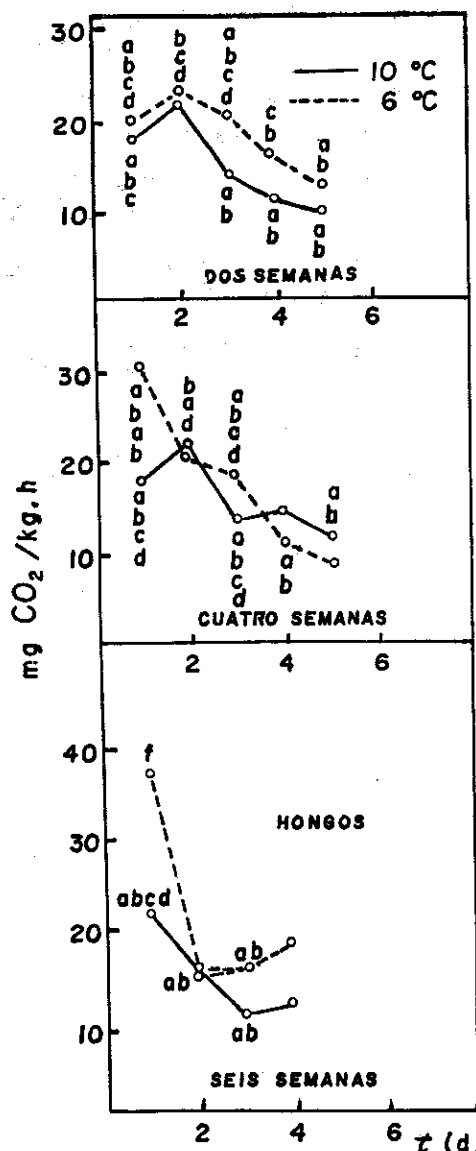


Fig. 1. Efecto de la temperatura y el tiempo de conservación sobre la actividad respiratoria de la toronja "Marsh" a temperatura ambiente (entre 28 y 32 °C). Letras diferentes indican diferencias significativas para p < 0,05 EX = 1,6 y CV = 37,5 %

pidamente al aumentar la temperatura. En la Tabla II se muestran las variaciones experimentadas en el contenido de etanol y acetaldehído en la toronja dañada con respecto a la sana.

Cuando se analizó el comportamiento del tejido de flavedo se pudo observar una actividad respiratoria incrementada del tejido sano, pero adyacente al daño comparándola con el flavedo de la fruta totalmente sana y con el tejido totalmente dañado (Fig. 2). El comportamiento respiratorio del tejido del flavedo de la fruta sana mostró una disminución progresiva similar al de la fruta entera. El área de daño constituida por tejido necrosado presentó valores muy bajos de consumo de O₂ y prácticamente constantes. Estos resultados coinciden con los referidos por Pantástico y col.⁴ en experiencias realizadas en limas.

TABLA II

Contenido de etanol y acetaldehído en el jugo de toronjas "Marsh" de frutas sanas y con "pitting" durante 6 semanas de conservación a 6 °C

Estado de la fruta	Etanol (mg/100 mL)	Acetaldehído (mg/100 mL)
Sana	22,9 a	0,47 a
Con "pitting"	61,0 b	1,51 b
ESx	8,8	0,24
CV (%)	51,9	59,4

ESx error típico
CV coeficiente de variación X/S
Letras diferentes indican diferencias significativas

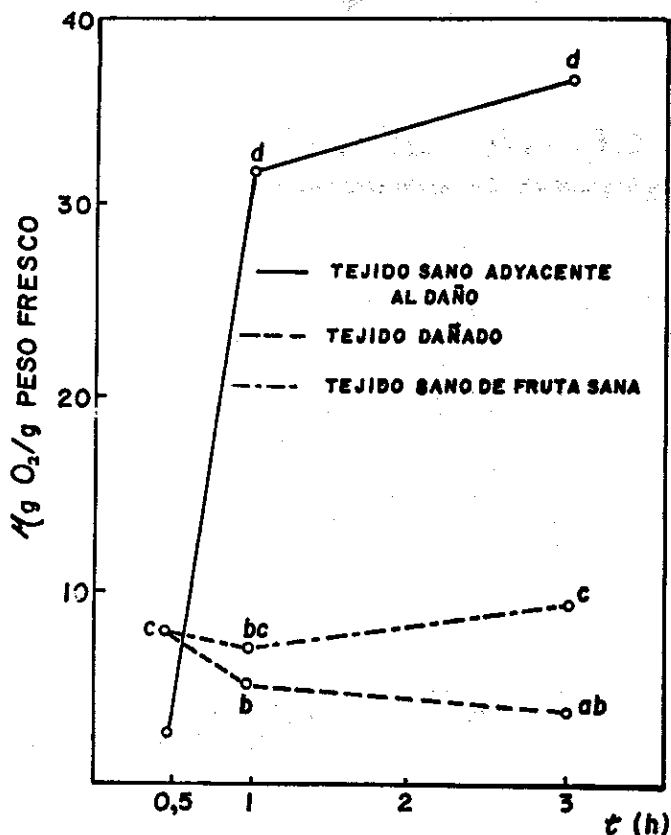


Fig. 2. Variación de la actividad respiratoria del tejido de flavedo de una fruta de toronja sana y del tejido de flavedo sano adyacente al daño y de la zona de la mancha de una fruta enferma. Letras diferentes indican diferencias significativas entre todos los valores promedios comparados ($p < 0,001$) EX = 0,5 y CV = 11,6 %

Lima: El trabajo en esta especie se realizó sólo a 6 °C. La actividad respiratoria inicial después de situadas a temperatura ambiente aumentó también en la medida en que se prolongó el periodo de almacenamiento precedente (Fig. 3). Los niveles de producción de CO₂ resultaron inclusive superiores a los obtenidos para la toronja, cuando el porcentaje de daño en los lotes superó el 30 %. Ya a las 4 semanas de almacenamiento se había alcanzado esta cifra y la producción de CO₂ superaba el obtenido en la toronja con 6 semanas de almacenamiento. En este caso se observó también una tendencia a la recuperación de su patrón normal.

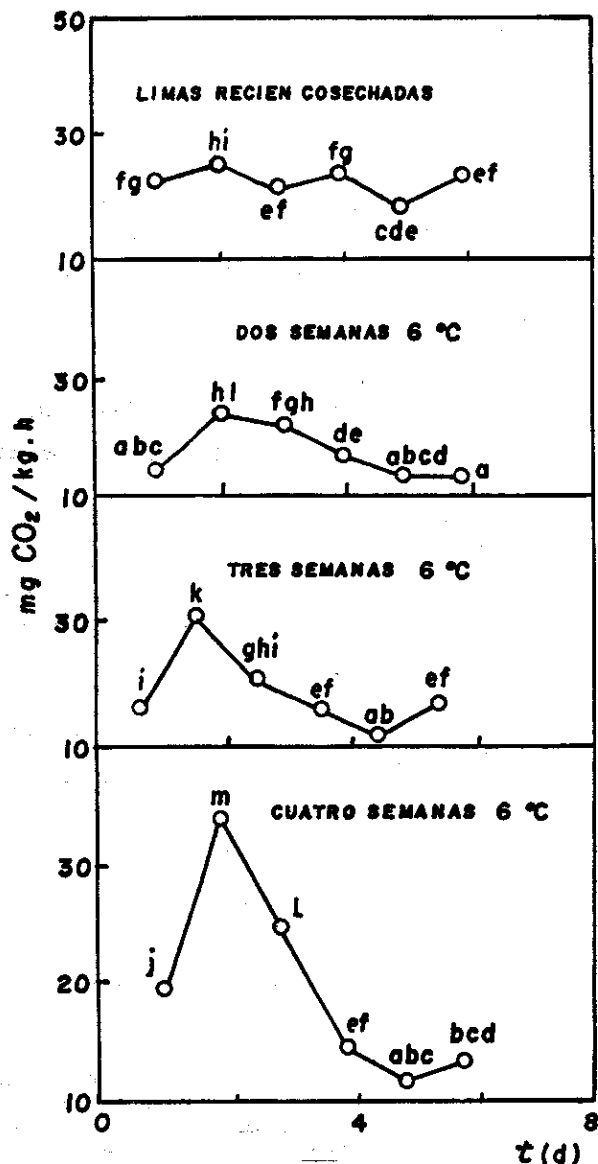


Fig. 3. Efecto del tiempo de almacenamiento a temperatura crítica (6 °C) sobre la actividad respiratoria de la lima "Persa" a temperatura ambiente (entre 24 y 32 °C). Letras distintas indican diferencias significativas para $p < 0,001$ EX = 0,9 y CV = 6,8 %

CONCLUSIONES

En general, para ambas especies la elevación de la actividad respiratoria a temperatura ambiente en los frutos previamente almacenados, resultó un indicador que se correspondió con buena exactitud con el aumento del número de frutos dañados en los lotes almacenados. Sería posible tener en cuenta la velocidad de producción de CO₂ en frutos enteros como un parámetro de control del estado de sensibilidad de los frutos a la aparición del daño por frío durante el proceso de almacenamiento.

El comportamiento respiratorio estudiado a nivel de flavedo parece corresponder con el que puede esperarse en frutos enteros.

BIBLIOGRAFIA

1. Eaks I. L. *Plant. Physiol.* 45, 334, 1970.
2. Eaks I. L. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105, 865, 1980.
3. Pantástico E. B. *Proc. 18th Int. Hort. Cong.* 1, 61, 1970.
4. Pantástico E. B., Soule J. and Grierson W. *Proc. Trop. Region Am. Soc. Hort. Sci.* 12, 171, 1968.
5. Eaks I. L. *Plant. Physiol.* 35, 632, 1960.
6. Eaks I. L. and Ludi W. A. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 76, 220, 1960.
7. Santana M. C., Mitchel R. y Torres M. *Agrotecnia de Cuba* 15, 79, 1983.
8. Leblond C. *J. de Recherches du CNRS*, 36, 293, 1956.
9. Umbreit W. W., Purvis K. H. and Stanfer V. F. Burgess Pub. Minneapolis, USA, 1964.
10. Eaks I. L. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 87, 181, 1965.
11. Vines H. M., Edwards G. J. and Grierson W. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 78, 198, 1965.
12. Vines H. M., Grierson W. and Edwards G. J. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 92, 277, 1968.
13. Torres M. A. Tesis para optar por el grado de C. Dr. en Ciencias, CENIC, Ciudad de La Habana, Cuba, enero, 1985.
14. Salcines R. M. Tesis para optar por el grado de C. Dr. en Ciencias, CENIC, Ciudad de La Habana, Cuba, diciembre, 1981.

SONDA CARDIACA NUCLEAR SCN-1

Sistema computarizado de detección de radiaciones gamma, diseñado para estudiar la función mecánica del corazón. Se basa en la administración endovenosa de un radio trazador y en el registro de la radioactividad cardíaca, sincronizada con la señal EKG.

Permite determinar:

- . Histograma de los intervalos RR.
- . Curva de volumen ventricular en un ciclo promedio.
- . Fracción de eyección del ventrículo izquierdo.
- . Velocidad de relajación del ventrículo izquierdo.
- . Intervalo sistólico.
- . Volumen sistólico.
- . Volumen telediastólico
- . Gasto cardíaco.
- . Tránsito del radiotrazador en la circulación central.

Se utiliza principalmente en la valoración diagnóstica, pronóstico y seguimiento evolutivo de pacientes con cardiopatía isquémica, miocardiopatías y cualquier otra afección del corazón; en la detección e identificación de algunas malformaciones congénitas cardíacas; en la valoración de intervenciones farmacológicas o de otro tipo sobre la función del corazón y en el monitoreo de la función mecánica del ventrículo izquierdo en pacientes ingresados en salas de cuidados intensivos.

Como radiotrazador utiliza TC-99 m o In-113 m.

DATOS TECNICOS

Detector de INa--(TL) de 30 x 25 mm
EKG independiente
Microcomputadora personal LTEL
Monitor a color
Impresora de papel
Sistema electrónico asociado
Paquete de programas de fácil utilización
Brazo ajustable para el detector nuclear
Mesa integral de fácil manipulación
Alimentación: 110 V CA, 60 Hz
(opción 220 V CA)

EXPORTADO POR:
EXPORTED BY:

mediCuba

PRODUCIDO POR:
PRODUCED BY:

