

# Efectos del procesamiento térmico y el almacenamiento en frío sobre la composición química del aroma del melón (*Cucumis melo*)

Melon aroma: effects of thermal processing and cold storage upon its chemical composition

Ana Luisa Mendizábal de Montenegro<sup>1</sup>, Carmen Samayoa<sup>2</sup> & Carlos Rolz<sup>1</sup>

mendizaba@uvg.edu.gt

<sup>1</sup> Investigadores del Centro de Ingeniería Bioquímica, Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala

<sup>2</sup> Investigador Asociado

## Introducción

El melón es una fruta cuya pulpa posee un sabor dulce pronunciado, un color anaranjado fuerte y un aroma característico exuberante y muestra, en forma singular, los dos patrones respiratorios al madurar, el climatérico y el no climatérico (Ezura & Owino 2008; Pech et al 2008). El momento del corte apropiado es cuando la mitad del tallo se ha separado del fruto y se recomienda enfriar la fruta entre 10 a 15 °C al momento del corte. El almacenamiento óptimo se logra al usar una temperatura entre 2 a 7 °C y 95 % de humedad relativa por un espacio de tiempo de 10 a 14 días. El melón es sensible al etileno, el cual acelera la senescencia y disminuye la vida de anaquel; también, sufre daños por frío a causa de bajas temperaturas en un almacenamiento prolongado. Los daños por frío ocurren luego de un almacenamiento a temperaturas menores de 2 °C, especialmente en fruta que posea el grado de madurez de corte. La fruta totalmente madura es más resistente a esa baja temperatura. Los daños se manifiestan por lesiones pequeñas visibles en la cáscara, incidencia en el ataque de hongos e incapacidad de la fruta a madurar normalmente (Shellie & Lester 2004). El aroma, es una mezcla compleja de compuestos volátiles que forma parte sustantiva del sabor de las frutas, propiedad sobre la cual, el ser humano tiene la capacidad de valorar y discernir al probar el producto (Baldwin 2004). El perfil de compuestos que constituyen el aroma del melón depende de varios factores, entre los que se encuentran: a) el estado de maduración al momento del corte; una fruta pasada de madurez al efectuar el corte desarrolla menor aroma (Beaulieu & Grimm, 2001); b) la vida de anaquel determinada por sus patrones respiratorios; la fruta con mayor tiempo de almacenamiento tiene una menor intensidad aromática (Aubert & Bourger 2004); c) la senescencia de la fruta (Obando-Ulloa et al 2009); d) las diferencias de variedad y el patrón respiratorio (Shalit et al 2001; Kourkoutas et al 2006); y e) el almacenamiento en frío a 4 °C prolongado más de siete días; el cual induce una pérdida paulatina de la intensidad aromática dulce de la fruta (Bett-Garber et al 2003) y la disminución de compuestos volátiles (Beaulieu 2005; Lamikanra & Richard 2002). El tratamiento térmico previo al almacenamiento en frío, realizado para eliminar microorganismos patógenos superficiales, parece ser que no tiene efecto alguno sobre la intensidad del aroma (Fan, Annous et al 2005) y ha mostrado disminuir el efecto dañino del almacenamiento en frío prolongado (Lamikanra, Bett-Garber et al 2005).

## Metodología experimental

### Fruta

La fruta se adquirió en la Central de Mayoreo en la ciudad de Guatemala, de la variedad típica del grupo *Cantaloupe*, *netted melons*, y se dividieron en grupos descritos en el cuadro 1, una fruta por grupo.

En la sección de resultados, las diferentes frutas se identifican en las gráficas empleando los números anteriores o las letras anteriores.

### Equipo utilizado

El tratamiento térmico se llevó a cabo en un baño de agua con control de temperatura (Julabo SW22) como se aprecia en la fotografía 1. El almacenamiento de la fruta a 12 °C y 85 % de humedad relativa se llevó a cabo en una cámara de ambiente controlado (Forma Environmental Chamber, Thermo Electron Corporation), como se puede apreciar en la fotografía 2. El almacenamiento a una temperatura baja extrema, cercana a 1 °C, se llevó a cabo en un refrigerador comercial marca Fogel.

Los aromas de la fruta se adsorbieron en la fase gaseosa por medio de una probeta diseñada para tal fin (Supelco SPME 23 GA, Metal, 80 mm Carboxen/PDMS), como se aprecia en la fotografía 3. Los compuestos aromáticos adsorbidos fueron identificados empleando un cromatógrafo de gases marca Agilent 6850, mostrado en la fotografía 4, con detector de masas, modelo 5975C, VL MSD, con eje triple de detección, una columna HP-5MS de 30 metros de largo, 0.25 mm de diámetro interno, y 0.25mm de película. Además, una temperatura de inyección de 250 °C, y la temperatura inicial del horno 50 °C, luego, un incremento de 20 °C/min hasta 240 °C; finalmente, a esa temperatura por 8 minutos, con un tiempo total de 17.5 minutos.

### Procedimiento

El tratamiento térmico consistió en sumergir la fruta en un baño de agua a 55 °C por 30 minutos. El tiempo de almacenamiento a las dos temperaturas frías fue de 2 días (48 horas). Las frutas se removieron del almacenamiento y se partieron (ver fotografía 5). Una parte de la pulpa de la fruta se colocó en un vial de vidrio de fondo interior cónico con tapadera de rosca y un septo de hule a la marca de 4 mL. La aguja se pasó de la probeta de microextracción con la fibra retraída a través del septo del vial; luego con el émbolo de la probeta, se expuso la fibra a la atmósfera gaseosa dentro del vial durante un período de veinte minutos a temperatura ambiente adsorbiéndose los

**Cuadro 1.** Diferentes tratamientos y condiciones de almacenamiento.

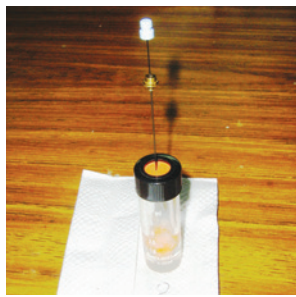
| Número de fruta | Tratamiento | Almacenamiento  | Maduración          | Código |
|-----------------|-------------|-----------------|---------------------|--------|
| 1               | Ninguno     | Al ambiente     | Al ambiente         | AA     |
| 2               | Térmico     | Al ambiente     | Al ambiente         | TA     |
| 3               | Ninguno     | En frío a 1 °C  | Ambiente controlado | AF     |
| 4               | Térmico     | En frío a 1 °C  | Ambiente controlado | TF     |
| 5               | Ninguno     | En frío a 12 °C | Ambiente controlado | ATe    |
| 6               | Térmico     | En frío a 12 °C | Ambiente controlado | TTe    |



Fotografía 1



Fotografía 2



Fotografía 3



Fotografía 4



Fotografía 5

compuestos presentes. La fibra se retrajo dentro de la aguja, se removió del vial, se insertó la aguja en el inyector del cromatógrafo y se expuso de nuevo la fibra por 5 minutos a la alta temperatura del inyector. Los compuestos presentes en la fibra pasaron a la fase gaseosa, separándose en el cromatógrafo con identificación de las respectivas estructuras químicas.

## Resultados y discusión

### Base de datos

La base de datos se preparó seleccionando la concentración relativa de 16 compuestos químicos del cromatograma del aroma. Once de los compuestos seleccionados habían sido identificados previamente por investigadores de otros países en melones de diversas variedades (Fallik, Alkali-Tuvia et al 2001; Beaulieu & Grimm, 2001; Shalit, Katzir et al 2001; Aubert & Bourger 2004; Aubert, Bauman et al 2005; Beaulieu 2005; Kourkotas, Elmore et al 2006; Saftner, Abbott et al 2006; Obando-Ulloa, Moreno et al 2008; Obando-Ulloa, Ruiz et al 2010). Cinco componentes tuvieron un tiempo de retención menor de cuatro minutos: 1) etil butanoato, 2) etil-2, metil butanoato, 3) metil, butil acetato, 4) etil hexanoato, y 5) hexil acetato. El tiempo de retención de los once restantes estuvo entre cuatro y ocho minutos: 6) etil heptanoato, 7) nonanal, 8)

fenil, metil acetato, 9) etil ocatanoato, 10) octil acetato, 11) benzothiazol, 12) ácido dodecanoico, 13) etil decanoato, 14) etil, trans-2, pentenoato, 15) benceno-1 (1,5 dimetil, 4 hexenil, 4 metil), y 16) 9-oxo, metil ester del ácido nonanoico. Los compuestos que no se encontraron reportados previamente en la literatura fueron: el 11, 12, 14, 15 y 16.

### Variación de la concentración relativa

Se observa en el cuadro 2 que la variación de la concentración relativa de los 16 compuestos del aroma de las diferentes frutas, medida por la desviación estándar, fue significativa; indicando con esto, que el tratamiento térmico y el almacenamiento en frío tuvieron un efecto real sobre la aroma. Se observa, también, en el promedio, que los primeros cinco componentes, más el número nueve se encontraban en una mayor proporción del resto en el aroma. Finalmente, es notorio que once de los compuestos, en alguna de las frutas procesadas, tuvieron un valor mínimo de cero; es decir, no se encontraban presentes.

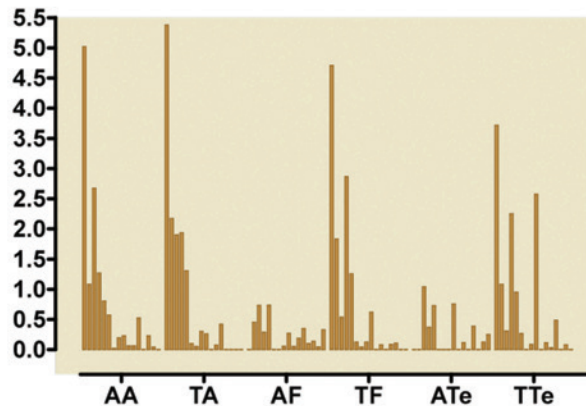
### Comparación de la concentración relativa entre las frutas con diferente tratamiento.

La concentración relativa de los dieciséis compuestos anteriores para las seis de frutas en experimentación se encuentra en la gráfica 1.

Una comparación visual de los perfiles en relación al primer grupo (AA) que fue la fruta control, permite expresar lo siguiente: a) hubo cambios originados por los tratamientos, b) el almacenamiento en frío provocó los cambios aparentemente más drásticos (AF y ATe), c) pareciera que el tratamiento térmico no tiene efecto alguno (comparar AA con TA) y d) pareciera que el tratamiento térmico previene daños por almacenamiento a bajas temperaturas (comparar AF y TF; ATe y TTe).

**Cuadro 2.** Parámetros descriptivos de la concentración relativa de los 16 compuestos del aroma del melón en seis frutas procesadas.

| Compuesto | Promedio | Desviación estándar | Mínimo | Máximo |
|-----------|----------|---------------------|--------|--------|
| C1        | 3.14     | 2.49                | 0.00   | 5.38   |
| C2        | 1.10     | 0.81                | 0.00   | 2.17   |
| C3        | 1.20     | 0.91                | 0.31   | 2.67   |
| C4        | 1.21     | 1.13                | 0.19   | 2.87   |
| C5        | 0.96     | 0.26                | 0.73   | 1.31   |
| C6        | 0.18     | 0.22                | 0.00   | 0.57   |
| C7        | 0.01     | 0.02                | 0.00   | 0.04   |
| C8        | 0.13     | 0.11                | 0.00   | 0.30   |
| C9        | 0.79     | 0.90                | 0.23   | 2.57   |
| C10       | 0.02     | 0.03                | 0.00   | 0.06   |
| C11       | 0.11     | 0.05                | 0.06   | 0.19   |
| C12       | 0.22     | 0.24                | 0.00   | 0.52   |
| C13       | 0.18     | 0.21                | 0.00   | 0.49   |
| C14       | 0.08     | 0.10                | 0.00   | 0.23   |
| C15       | 0.05     | 0.05                | 0.00   | 0.12   |
| C16       | 0.10     | 0.15                | 0.00   | 0.33   |



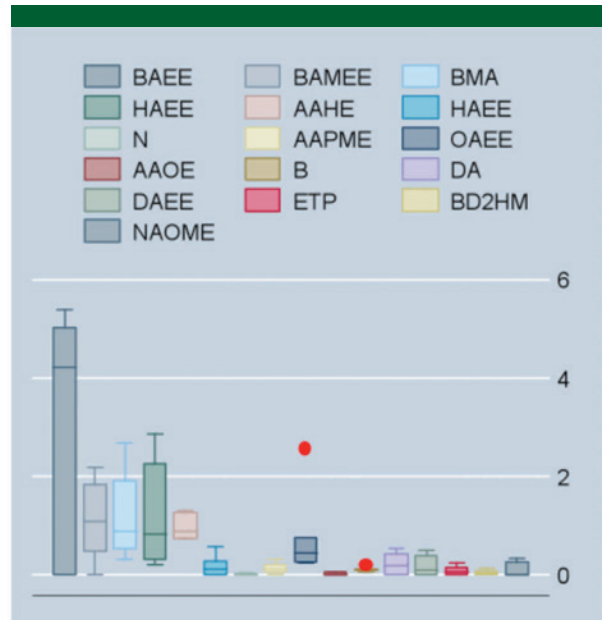
Gráfica 1. Concentración relativa en el cromatograma de compuestos volátiles seleccionados del aroma del melón.

### Verificación de puntos extremos

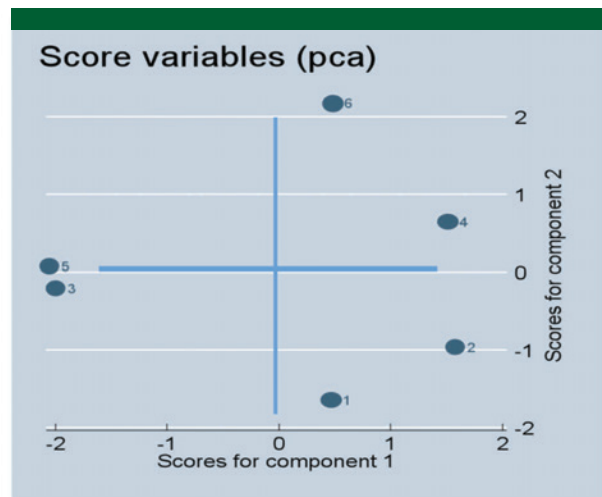
La gráfica 2 muestra el diagrama de cajas construido con los valores de la concentración relativa de los 16 compuestos en estudio y se observa que existen solamente dos puntos extremos en la distribución. Por lo tanto, se emplearon los datos tal cual para realizar el análisis de múltiples variables.

### Análisis de múltiples variables

Dado el reducido número de frutas empleadas en la experimentación no fue posible buscar diferencias por un análisis de variancia tradicional. Sin embargo, se utilizaron algunos métodos de análisis de múltiples variables, entre ellos el análisis de componentes principales. Empleando la información de los compuestos mayoritarios, C1 (etil butanoato), C2 (etil-2, metil butanoato), C3 (metil, butil acetato), C4 (etil hexanoato), y C9 (etil ocatanoato), la metodología de componentes principales (PCA) encontró cuatro valores-eigen positivos, de los cuales, los dos primeros contenían el 89 % de la variación de los datos. El diagrama que muestra la calificación de cada fruta en términos de los dos primeros componentes se muestra en la gráfica 3.



Gráfica 2. Diagrama de cajas de los 16 compuestos del aroma del melón



Gráfica 3. Diagrama de la calificación de las frutas.

El trazo de las líneas rectas en el cero de ambas coordenadas permite visualizar cuatro segmentos en el diagrama. Se observa que las frutas en cuestión se localizaron en diferentes segmentos. Las frutas en un segmento dado son similares y diferentes a las otras. La distribución se resume en el cuadro 3.

**Cuadro 3.** Separación de las frutas por su aroma de acuerdo con el análisis de componentes principales.

| Segmento            | Fruta | Tratamiento      | Almacenamiento    |
|---------------------|-------|------------------|-------------------|
| Inferior, derecha   | 1     | Ambiente Térmico | Ambiente Ambiente |
| Superior, derecha   | 4     | Térmico Térmico  | Frío, 1 °C        |
|                     | 6     |                  | Frío, 12 °C       |
| Inferior, izquierda | 3     | Ambiente         | Frío, 1 °C        |
| Superior, izquierda | 5     | Ambiente         | Frío, 12 °C       |

La interpretación de la anterior clasificación es la siguiente. El primer componente juntó a las frutas que habían sufrido un tratamiento térmico previo al almacenamiento con la fruta control (segmentos de la derecha), separando luego a este grupo de las demás frutas. El segundo componente separó a las frutas de acuerdo a si el almacenamiento posterior se había efectuado a temperatura ambiente o a temperaturas debajo de la del ambiente.

## Conclusión

El análisis gráfico comparativo y el de componentes principales muestra que, tanto el tratamiento térmico como la temperatura de almacenamiento, tienen un efecto en la distribución y composición relativa de los componentes volátiles que constituyen el aroma del melón. La temperatura del almacenamiento, en los dos valores ensayados, fue el factor causante de la variación observada y pareciera ser que el tratamiento térmico previo al almacenamiento, disminuye el efecto dañino que provoca una baja temperatura. Futuros ensayos deben correlacionar estos hallazgos con un análisis sensorial de las diferentes frutas.

## Agradecimiento

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo como parte del proyecto de investigación de la línea de financiamiento FODECYT 69-2007 otorgado por la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología del CONCYT.

## Bibliografía

- Aubert, C. & N. Bourger (2004) *Investigation of volatiles in Charentais cantaloupe melons. Characterization of aroma constituents in some cultivars* Journal of Agriculture and Food Chemistry **52**: 4522-4528
- Aubert, C., S. Bauman, H. Arguel (2005) *Optimization of the analysis of flavor volatile compounds by liquid-liquid microextraction. Application to the aroma analysis of melons, peaches, grapes, strawberries and tomatoes* Journal of Agriculture and Food Chemistry **53**: 8881-8895
- Baldwin, E. A. (2004) *Flavor* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Beaulieu, J.C. & C.C. Grimm (2001) *Identification of volatile compounds in cantaloupe at various developmental stages using solid phase microextraction* Journal of Agriculture and Food Chemistry **49**: 1345-1352
- Beaulieu, J.C. (2005) *Within season volatile and quality differences in stored fresh-cut cantaloupe cultivars* Journal of Agriculture and Food Chemistry **53**: 8679-8687
- Bett-Garber, K.L., J.C. Beaulieu, D.A. Ingram (2003) *Effect of storage on sensory properties of fresh-cut cantaloupe varieties* Journal of Food quality **26**: 323-335
- Ezura, H. & W.O. Owino (2008) *Melon, an alternative model plant for elucidating fruit ripening* Plant Science **175**: 121-129
- Fallik, E., S. Alkali-Tuvia, B. Horev, A. Copel, V. Rodov, Y. Aharoni, D. Ulrich, H. Schulz (2001) *Characterisation of Galia melon aroma by GC and mass spectrometric sensor measurements after prolonged storage* Postharvest Biology and Technology **22**: 85-91
- Fan X., B.A. Annous, J.C. Beaulieu, J.E. Sites (2008) *Effect of hot water surface pasteurization of whole fruit on shelf life and quality of fresh-cut cantaloupe* Journal of Food Science **73**: M91-M98
- Kourkoutas, D., J. S. Elmore, D. S. Mottram (2006) *Comparison of the volatile compositions and flavour properties of cantaloupe, Galia and honeydew muskmelons* Food Chemistry **97**: 95-102
- Lamikanra, O. & O.A. Richard (2002) *Effect of storage on some volatile aroma compounds in fresh-cut cantaloupe melon* Agriculture and Food Chemistry **50**: 4043-4047
- Lamikanra, O., K.L. Bett-Garber, D.A. Ingram, M.A. Watson (2005) *Use of mild heat pre-treatment for quality retention of fresh-cut cantaloupe melon* Journal of Food Science **70**: C53-C57

- Obando-Ulloa, J. M., E. Moreno, J. García-Mas, B. Nicolai, J. Lammertyn, A. J. Monforte, P. Fernández-Trujillo (2008) *Climacteric or non-climacteric behavior in melon fruit 1. Aroma volatiles* Postharvest Biology and Technology **49**: 27-37
- Obando-Ulloa, J. M., B. Nicolai, A.J. Monforte, J.P. Fernández-Trujillo (2009) *Aroma volatiles associated with the senescence of climacteric or non-climacteric melon fruit* Postharvest Biology and Technology **52**: 146-155
- Obando-Ulloa, J. M., J. Ruiz, A.J. Monforte, J.P. Fernández-Trujillo (2010) *Aroma profile of a collection of near-isogenic lines of melon (Cucumis melo L.)* Food Chemistry **118**: 815-822
- Pech, J.C., M. Bouzayen, A. Latché (2008) *Review. Climacteric fruit ripening: ethylene-dependent and independent regulation of ripening pathways in melon fruit* Plant Science **175**: 114-120
- Saftner, R., J. A. Abbott, G. Lester, B. Vinyard (2006) *Sensory and analytical comparison of orange-fleshed honeydew to cantaloupe and green-fleshed honeydew for fresh-cut chunks* Postharvest Biology and Technology **42**: 150-160
- Shalit, M., N. Katzir, Y. Tadmor, O., Y. Burger, F. Shalekhet, E. Lastochkin, U. Ravid, O. Amar, M. Edelstein, Z. Karchi, E. Lewinsohn (2001) *Acetyl-CoA: Alcohol Acetyltransferase Activity and Aroma Formation in Ripening Melon Fruits* Journal of Agriculture and Food Chemistry **49**: 794-799
- Shelley, K.C., G. Lester (2004) *Netted melons* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86