

# MERCOFRIO 2000 – CONGRESSO DE AR CONDICIONADO, REFRIGERAÇÃO, AQUECIMENTO E VENTILAÇÃO DO MERCOSUL

## REMOLACHA RALLADA ALMACENADA EMPLEANDO ATMÓSFERAS ARTIFICIALES Y BAJAS TEMPERATURAS

**Mercedes López Osornio**-lopezoso@dalton.quimica.unlp.edu.ar

Centro de Investigaciones y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA), 47 y 116, Fac. de Ciencias Exactas, UNLP, La Plata (1900) ARGENTINA

**Alicia R. Chaves**- arch @dalton.quimica.unlp.edu.ar

**Resumen.** *El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar el efecto de la aplicación de atmósferas artificiales sobre la conservación de remolacha rallada almacenada a baja temperatura. Para ello se empleó remolacha (*Beta vulgaris* L. var. *Detroit Dark Red*) la cual fue lavada con agua fría clorada, pelada, rallada y acondicionada en películas plásticas PD-961 EZ (Cryovac). Se utilizaron dos sistemas de envasado: atmósfera modificada pasiva (AMP) y atmósfera modificada activa (AMA), este último caso con una mezcla gaseosa del 15 % CO<sub>2</sub>, 15 % O<sub>2</sub>, resto N<sub>2</sub>. Las bolsas fueron almacenadas a 0°C y 4°C durante 9 días. Los resultados indican que bajo condiciones de atmósfera modificada pasiva existen diferencias en función de la temperatura de almacenamiento. A 0°C, el equilibrio se alcanza entre el 1° y 4° día de conservación. A 4°C el equilibrio no se alcanzó durante la experiencia. La cantidad de exudado disminuyó significativamente en función del tiempo, temperatura y sistema de envasado empleado. Existe una marcada disminución del Hue angle a partir del valor inicial (29.51) en las bandejas almacenadas bajo AMA, a diferencia de las muestras almacenadas bajo AMP.*

**Palabras claves:** Vegetales mínimamente procesados, Remolacha rallada, Atmósferas modificadas.

### 1. INTRODUCCION

Los vegetales mínimamente procesados y refrigerados son productos que consisten básicamente en tejidos vivos o que han sido modificados muy levemente sus características de frescura y, que luego de las diferentes etapas de manipuleo conservan o presentan un aspecto similar al original (Huxsoll y Bolin , 1989). El proceso de corte, abrasión, o mínima alteración puede ocasionar un amplio espectro de respuestas en diferentes situaciones de packaging o entorno (Rolle y Chism ,1987) Entre los vegetales listos para usar podemos encontrar zanahoria rallada, zapallo cubeteado, papas prepeladas, remolachas ralladas, entre otros. Aquí, en Argentina, la remolacha es consumida crudo (rallada) o cocida. El embalaje bajo un film plástico crea una atmósfera modificada en el interior del envase. Esta puede lograrse en forma pasiva por el uso de films permeables o en forma activa utilizando una mezcla gaseosa específica. En nuestras experiencias se empleó remolacha rallada la cual fue almacenada bajo atmósferas modificadas pasivas y activas.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Material vegetal. Procesamiento**

Se empleó remolacha (*Beta vulgaris L.* var. *Detroit Dark Red*), la cual fue lavada con agua fría clorada por 10 minutos usando una solución de NaOCl con 60g de Cl<sub>2</sub> activo/ litro de agua, se peló manualmente, se lavó nuevamente con agua fría clorada, se ralló en una procesadora de cocina y luego se envasaron 40 g. de remolacha rallada con películas plásticas PD-961 EZ (Cryovac) [permeabilidad al O<sub>2</sub> (cm<sup>3</sup> m<sup>-2</sup> atm<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) 6000-8000, permeabilidad al CO<sub>2</sub> (cm<sup>3</sup> m<sup>-2</sup> atm<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) 19000-22000].

### **2.2. Acondicionamiento y almacenamiento**

Las remolachas ralladas fueron acondicionadas bajo 2 sistemas de envasado:

- la mitad de las bolsas fueron termoselladas, resultando de ésta manera una composición atmosférica interna igual al aire.
- la otra mitad fue sujeta a la remoción de la atmósfera interna mediante vacío y posterior inyección de la mezcla gaseosa (15 % CO<sub>2</sub>, 15 % O<sub>2</sub>, resto N<sub>2</sub>).

Las bandejas fueron almacenadas a 0°C y 4°C durante 9 días.

### **2.3. DETERMINACIONES FÍSICAS, BIOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS**

#### **2.3.1 Determinación de la composición atmosférica**

La composición de la atmósfera desarrollada dentro del envase fue determinada mediante Cromatografía Gaseosa, empleando un cromatógrafo Varian star 3400CX equipado con columna CTR I Alltech (Alltech, Deerfield, IL). Se utilizó He<sub>2</sub> como gas transportador y se empleó un detector de conductividad térmica. Los resultados se expresaron como % de CO<sub>2</sub>, y O<sub>2</sub>.

#### **2.3.2 Determinación del contenido de exudado**

La determinación del exudado se realizó según el método de Carlin et al., (1989), con modificaciones. Se tomó 1 g. de remolacha y se colocó entre dos discos de papel de filtro "S & S" 0.859, que fueron previamente pesados en una balanza analítica. Luego se colocó la muestra vegetal entre los dos discos de papel. Posteriormente se colocó una pesa de 2 kg sobre ellos durante 10 segundos y se pesó nuevamente. Los resultados se expresaron en g exudado/ 100 g muestra.

#### **2.3.3. Determinación del contenido de pigmentos**

El contenido de pigmentos (betacianinas) fue determinado a partir de un extracto metanol-HCl 1%. El mismo se realizó triturando en un omnimixer 1 g de remolacha rallada en 10 ml de metanol-HCl 1%. Se obtuvo un extracto crudo el cual se centrifugó a 8000 rpm durante 15 minutos obteniéndose un sobrenadante y un precipitado, del cual se reextrajeron los pigmentos 3 veces más con metanol-HCl 1%. Los sobrenadantes se juntaron y se llevaron a un volumen de 50 ml. El contenido de pigmentos fue determinado en un espectrofotómetro de doble haz a 535 nm. Los resultados se expresaron en unidades de absorbancia.

### 2.3.4. Determinación del color

Se utilizó un colorímetro Minolta CR 300 para el estudio del color superficial de la remolacha. El instrumento fue calibrado con una placa standard de color blanco. Se realizaron 4 lecturas sobre cada una de las muestras de remolacha rallada. Los resultados fueron expresados como ángulo de color (Hue) y chroma.

### 2.3.5. Determinaciones microbiológicas

Se tomaron 20 g de muestra de cada bolsa y se transfirieron a un erlenmeyer previamente esterilizado conteniendo 180 ml de agua peptona 0.1 % estéril. La maceración se realizó durante 1 minuto en un Stomacher Seward (Model 400). Se realizaron diluciones ( $10^{-1}$  a  $10^{-8}$ ) en agua peptona 0.1 %. El recuento de bacterias viables se realizó sembrando 1 ml de las diluciones previas sobre placas Petrifilm 3M. El recuento total de mesófilos aerobios se realizó sobre Aerobic Count Plate incubado a  $30^{\circ}\text{C}$  por 2 días. Los resultados se expresaron en log UFC / g. UFC: unidades formadoras de colonias.

## 3. RESULTADOS

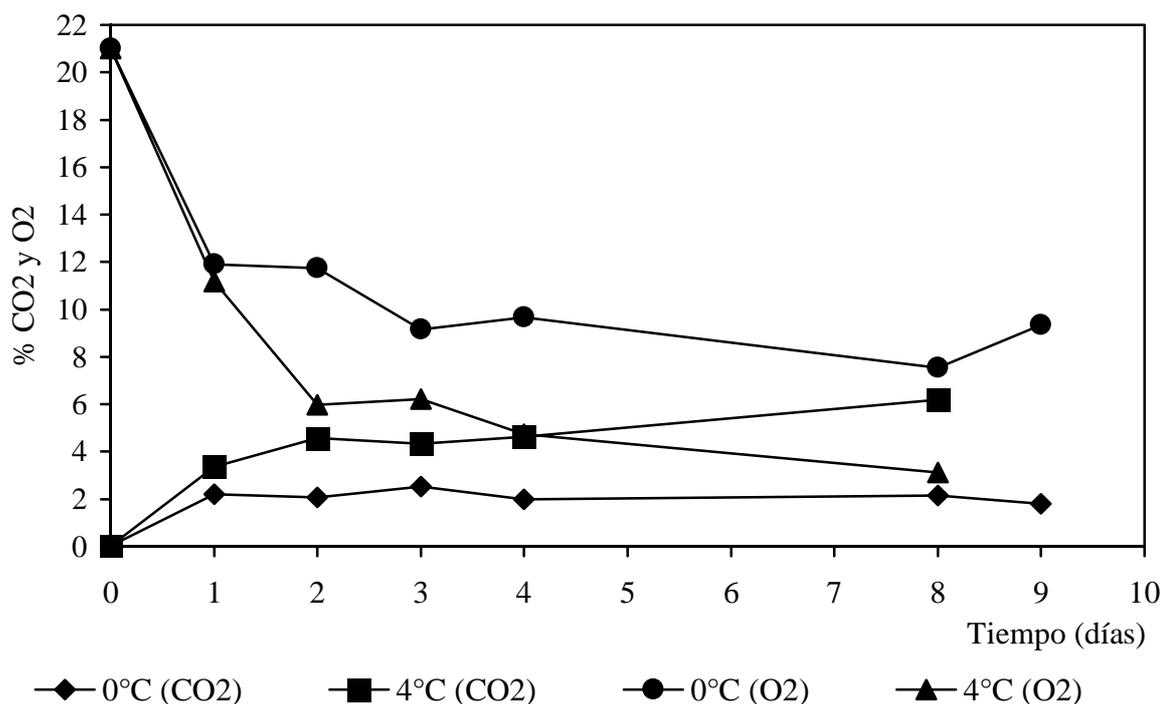
### 3.1. Composición atmosférica

#### Atmósfera modificada pasiva (AMP)

En la Fig. 1 se describe la variación del contenido de dióxido de carbono y oxígeno en remolacha rallada almacenada bajo atmósfera modificada pasiva.

En ella podemos observar que durante el transcurso del almacenamiento, el contenido de  $\text{CO}_2$  se incrementó significativamente ( $p < 0.05$ ) durante las primeras 24 hs. Este incremento a

Figura 1. Variación del contenido de  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$  en remolacha rallada almacenada durante 9 días a  $0^{\circ}$  y  $4^{\circ}\text{C}$  en atmósfera modificada pasiva



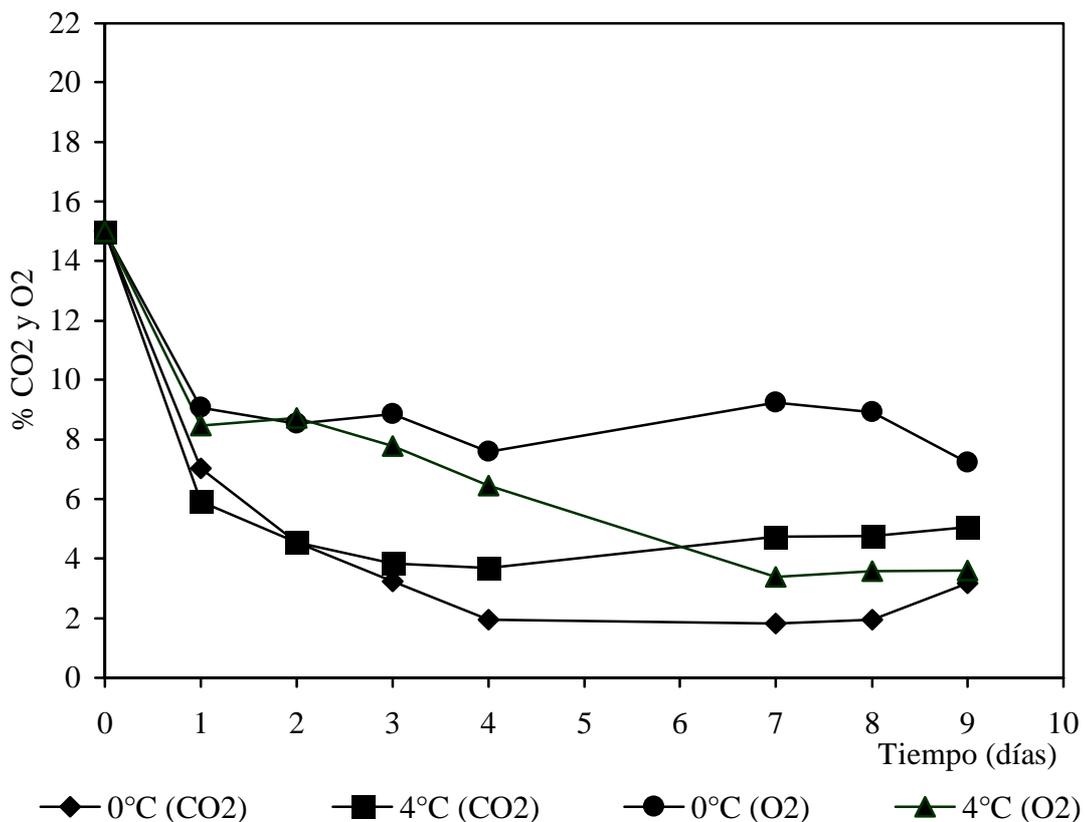
partir de los valores iniciales (0.03%) resultó independiente de la temperatura de almacenamiento. Transcurridas las primeras 24 hs. de almacenamiento se visualiza una clara diferencia según la temperatura de almacenamiento. A 0°C, los niveles de CO<sub>2</sub> permanecen constantes durante los 9 días de almacenamiento, alcanzando valores cercanos al 2%, mientras que a 4°C, a partir del 4º día se incrementa significativamente el tenor de dióxido de carbono de 4.6% a 6.20% ( $p \leq 0.05$ ). En cuanto al contenido de O<sub>2</sub>, se verifica una clara y significativa disminución de aproximadamente el 57% desde el valor inicial (21%) luego de 24 hs. de almacenamiento, independientemente de la temperatura de conservación. A 0°C y luego de 3 y 4 días de almacenamiento, los niveles de O<sub>2</sub> oscilan alrededor del 10%, en tanto a 4°C el contenido de oxígeno continuó disminuyendo alcanzando finalmente valores menores al 5%.

### Atmósfera modificada activa (AMA)

En la Fig. 2 podemos observar la variación en los niveles de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> en remolacha rallada almacenada a 0°C y 4°C durante 9 días bajo atmósfera modificada activa (AMA). Se deduce que al cabo de 24 hs. tanto a 0°C como a 4°C se verifica una disminución significativa ( $p \leq 0.05$ ) de los niveles de ambos gases.

A 0°C, el valor de O<sub>2</sub> alcanzado luego de 1 día de almacenamiento fue de 9.06%, manteniéndose aproximadamente constante hasta el 7º día, disminuyendo posteriormente hacia

Figura 2. Variación del contenido de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> en remolacha rallada almacenada durante 9 días a 0° y 4°C en atmósfera modificada activa



la finalización del almacenamiento.

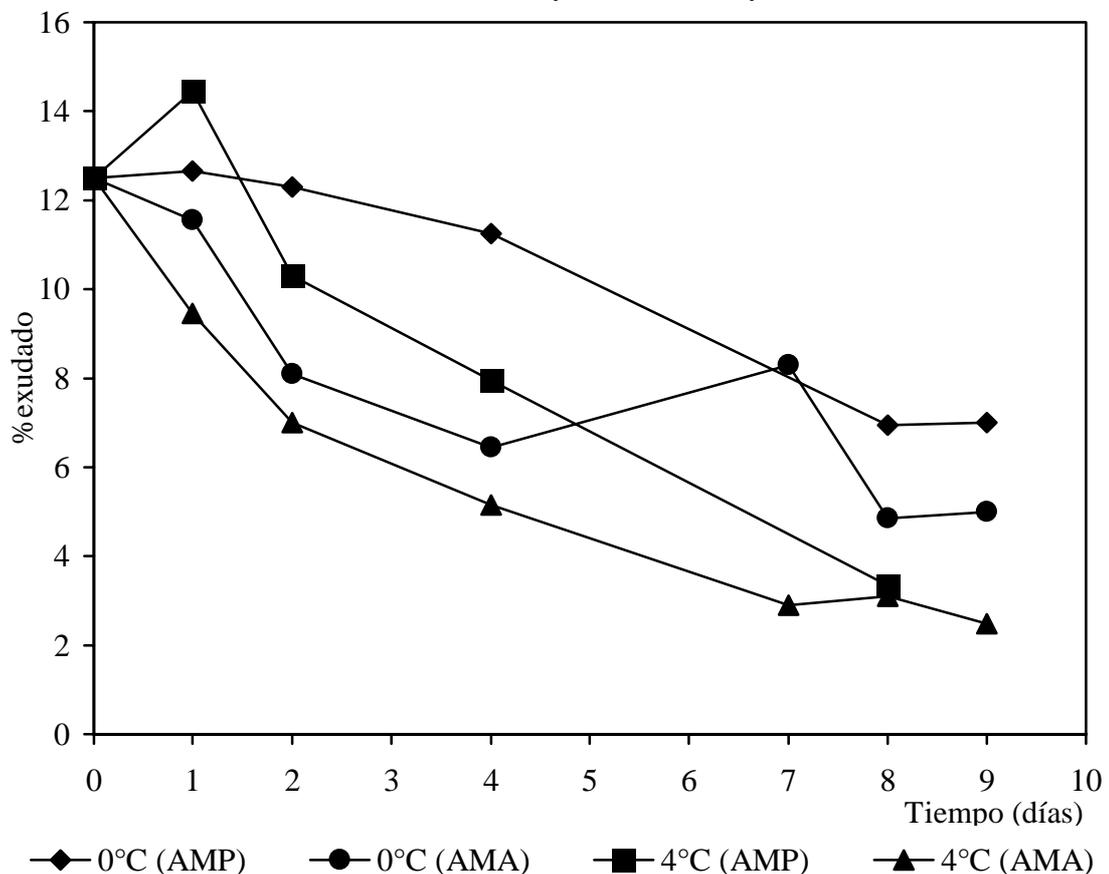
A 4°C se verificó una constante disminución de los niveles de oxígeno alcanzando concentraciones cercanas al 3% al finalizar el almacenamiento.

La concentración de CO<sub>2</sub> también disminuyó a partir de su valor inicial (15%) a niveles de 7.02% luego de 24 hs de almacenamiento, en tanto que a 4°C las concentraciones fueron del 5.9%. Otro análisis que surge de la Fig. 2 es que durante el almacenamiento a 4°C, los niveles de CO<sub>2</sub> son significativamente más altos que los de 0°C, principalmente a partir del 3° día. Esto es debido a que la actividad metabólica del vegetal a 0°C, como así también la de los microorganismos presentes se encuentra retardada.

### 3.2. EXUDADO

La Fig. 3 muestra la variación en la cantidad de exudado producido en función del tiempo

Figura 3. Variación del contenido de exudado en remolacha rallada almacenada a 0°C y 4°C en AMP y AMA



de almacenamiento.

El análisis estadístico de los datos arrojó que la composición atmosférica interna, el tiempo y la temperatura de almacenamiento influyeron significativamente sobre la producción de exudado.

A 0°C y atmósfera modificada pasiva, los valores de exudado se diferencian claramente del resto manteniéndose constante hasta los 4 días, a partir del cual disminuye hasta alcanzar valores del 7%.

En las muestras almacenadas bajo atmósfera modificada activa, los valores decrecen notoriamente hasta el 4° día (en el caso de ser almacenado a 0°C) y luego de una semana en el

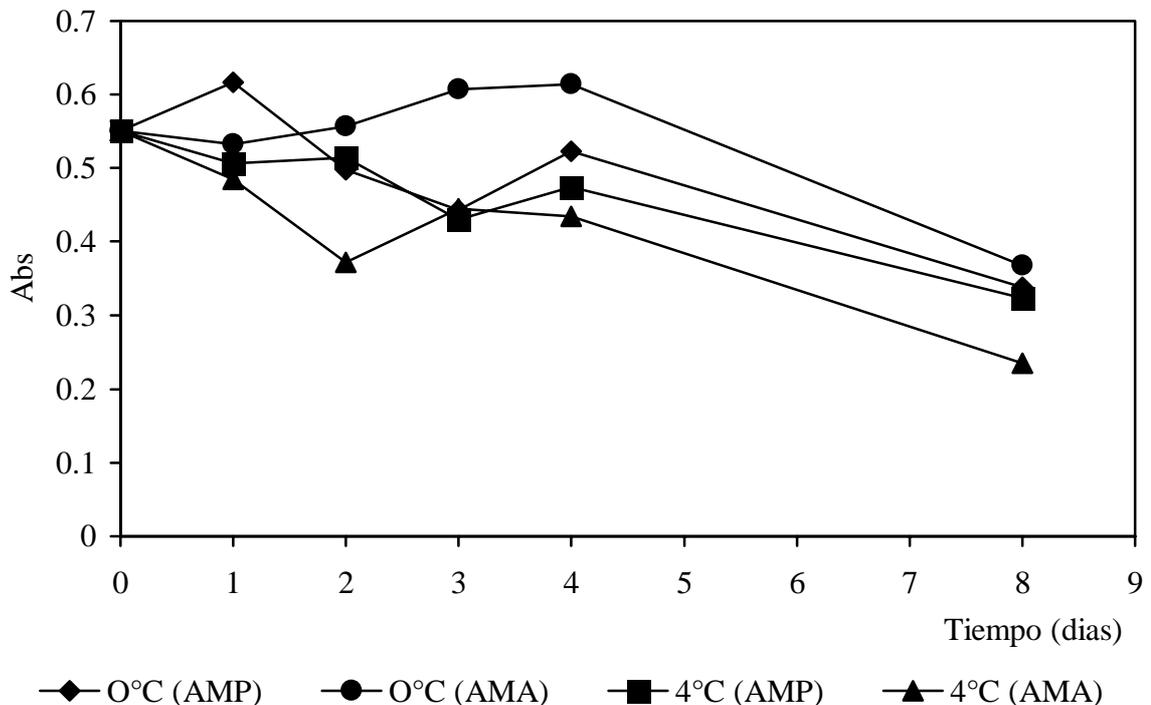
caso de ser almacenado a 4°C. Posteriormente, estos valores permanecen constantes hasta la finalización de la experiencia.

### 3.3. CONTENIDO DE PIGMENTOS

Las determinaciones efectuadas en el contenido de pigmentos indican que existe una interacción entre las tres variables (sistema de envasado, temperatura y tiempo de almacenamiento). La interacción de éstos dos últimos factores también ejercen una influencia significativa en la disminución del contenido de pigmentos.

Estos resultados se observan en la Fig. 4. En la misma se verifica que al cabo de 24 hs. de almacenamiento no se observaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en el contenido de betacianinas con respecto al valor inicial. Luego de 48 de almacenamiento a 4°C y en AMA el

Figura 4. Variación del contenido de pigmentos en remolacha rallada almacenada a 0°C y 4°C en AMP y AMA



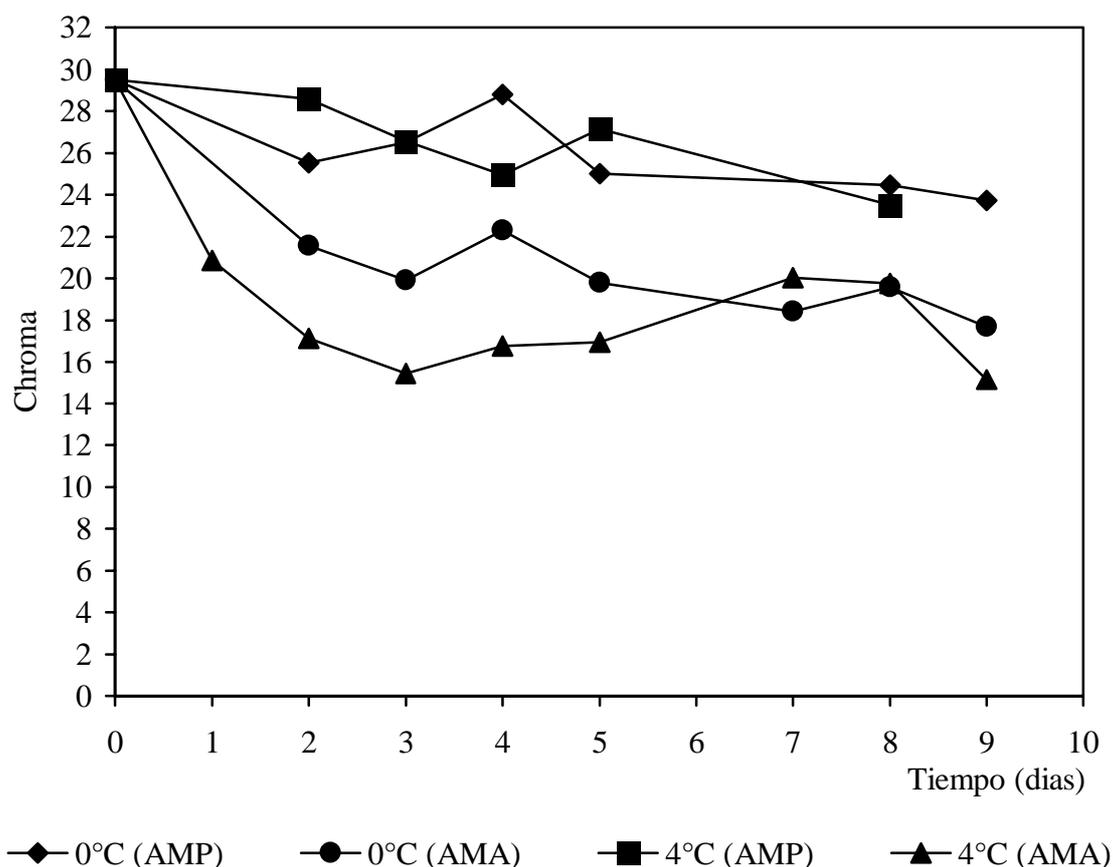
contenido de betacianinas difiere significativamente del resto de las bolsas. Hacia el término de la experiencia el contenido de pigmentos en todas las muestras no exhibió diferencias significativas.

### 3.4. CHROMA

La disminución en el valor de chroma implica una disminución en la saturación del color; entendiéndose como saturación el grado en el cual un color se separa del gris neutro y se aproxima a un color puro del espectro.

La Fig.5 exhibe la variación de éste parámetro en función del tiempo de almacenamiento.

Figura 5. Variación del chroma en remolacha rallada almacenada a 0°C y 4°C en AMP y AMA



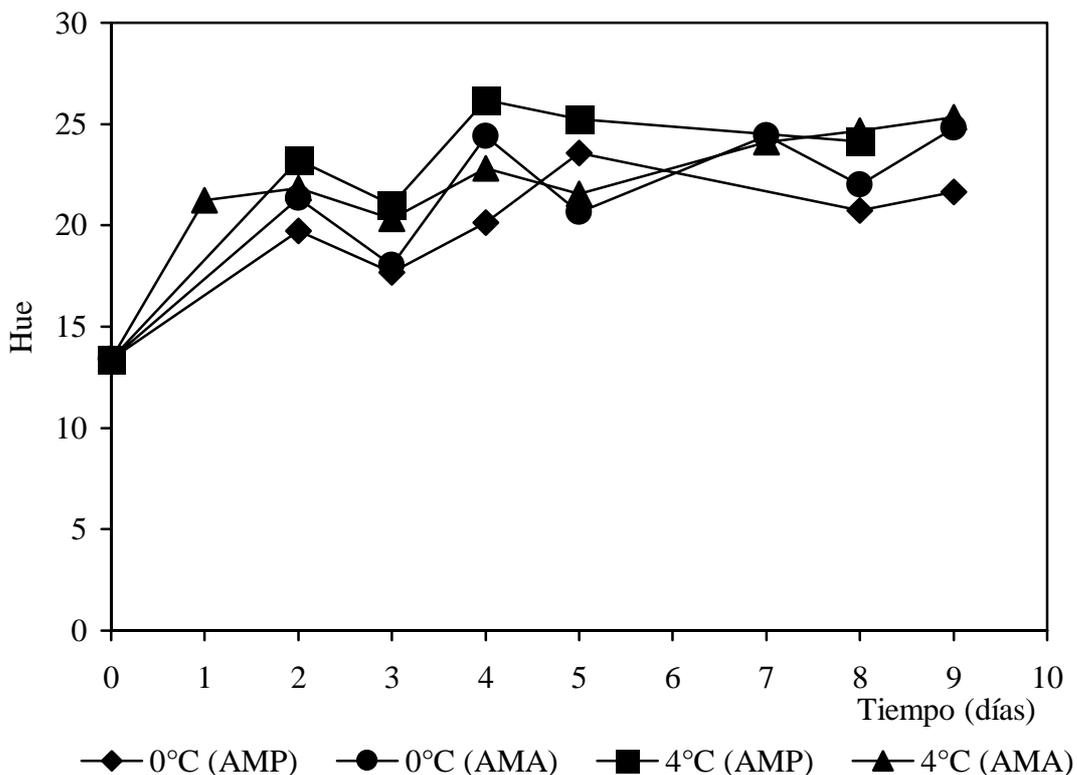
La aplicación de análisis estadísticos a los datos determinó que las tres fuentes de variación (temperatura, tiempo de almacenamiento y sistema de envasado) y la interacción entre los tres variables influyeron de manera significativa ( $p \leq 0.05$ ) en la disminución del chroma inicial.

El gráfico muestra que existe una marcada disminución a partir del valor inicial (29.51) en las bandejas almacenadas bajo AMA, a diferencia de las muestras almacenadas bajo AMP. La aplicación de atmósferas artificiales influyó significativamente, ya que a igual temperatura de almacenamiento el empleo de atmósferas modificadas pasivas no afectó significativamente ( $LSD=3.68$ ) el valor del chroma. De ésta manera, la aplicación de atmósferas artificiales indujo a una disminución más abrupta en los valores. Esto fue verificado con la evaluación visual de las muestras en las cuales las remolachas ralladas almacenadas bajo atmósferas modificadas artificiales exhibían un color más oscuro (menos saturado).

### 3.5. ANGULO DE COLOR (Hue angle)

Según la Fig. 6, se verifica un significativo incremento ( $LSD_{0.05} = 3$ ) de los valores de hue a partir del valor inicial (13.38) independientemente de las condiciones de almacenamiento y sistema de envasado empleado.

Figura 6. Variación del ángulo de color (Hue) en remolacha rallada almacenada a 0° y 4°C en AMP y AMA



Este aumento es importante durante las primeras 24 hs de almacenamiento, continuando hasta el 4 día a partir del cual se mantiene, en líneas generales, en forma constante en todos los envases.

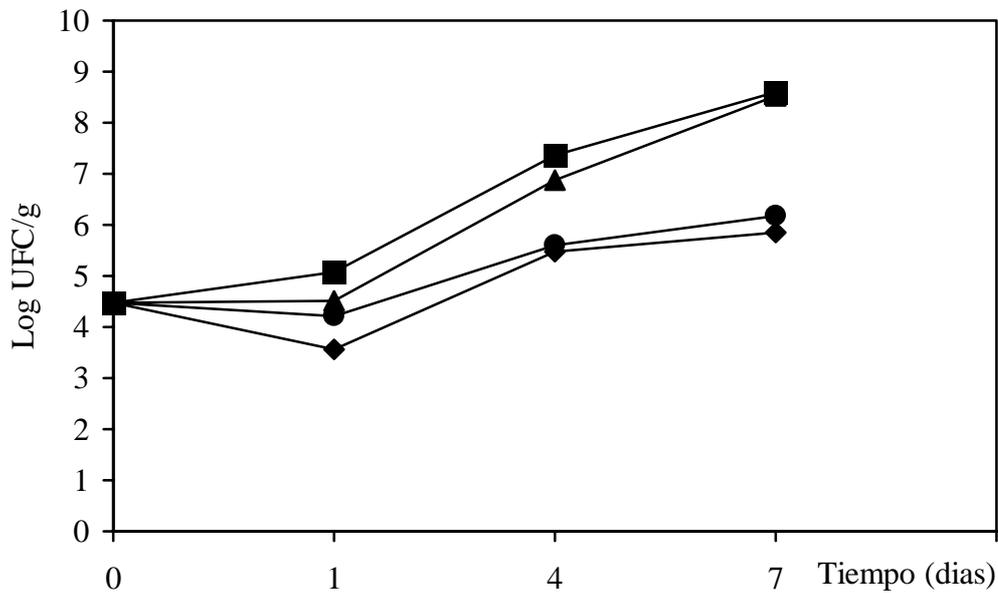
El aumento en el ángulo de color implica en el caso de las remolachas ralladas un corrimiento del color hacia el amarillo; es decir las remolachas tomaron una tonalidad amarillo-rojiza

### 3.6. RECuentOS DE MICROORGANISMOS

La Fig. 7 exhibe los recuentos totales de aerobios en función del tiempo de almacenamiento. En ella se puede observar que el valor inicial de aerobios totales fue de 4.47 log UFC/g.

La temperatura de almacenamiento tiene un efecto significativo sobre las poblaciones microbianas, no así el sistema de envasado. Esta influencia de la temperatura es más notoria a partir del 4º día de almacenamiento hasta la finalización de la experiencia. A 0°C, los recuentos se incrementan a partir del 4º día manteniéndose aproximadamente en 6 ciclos logarítmicos independientemente del sistema de conservación empleado; en tanto que a 4°C el incremento es más notorio ya que a los 4 días las cuentas totales son de 7.36 log UFC/g.

Figura 7. Recuentos de mesófilos aerobios totales en remolacha rallada almacenada a 0°C y 4°C en AMP y AMA



◆ PCA 0°C (AMP) ● PCA 0°C (AMA) ■ PCA 4°C (AMP) ▲ PCA 4°C (AMA)

Al cabo de una semana a 4°C, los recuentos totales de aerobios superan los 8 ciclos logarítmicos, no existiendo diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los mismos.

#### 4. CONCLUSIONES

Los resultados indican que las diferencias en la composición de la atmósfera interna de los envases en los primeros días de la conservación no ejercen mayores diferencias en la evolución del color, ni en la producción de exudado.

#### 5. REFERENCIAS

Carlin, F; Nguyen-The, C; Cudennec, P. y Reich, M., 1989. Microbiological spoilage of fresh ready-to-use" grated carrots. *Science des Aliments*. 9 (2), pp. 371-386.

Huxsoll, C. y Bolin, H., 1989. Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables. *Food Technology* 43, n°2, pp. 124-128.

Rolle, R. S. y Chism, G. W., 1987. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. *Journal of Food Quality* 10, pp.157-177.

## GRATED BEETROOTS STORED AT LOW TEMPERATURES AND MODIFIED ATMOSPHERES

**Mercedes López Osornio**-lopezoso@dalton.quimica.unlp.edu.ar

Centro de Investigaciones y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA), 47 y 116,  
La Plata (1900) Fac. de Ciencias Exactas, UNLP, ARGENTINA

**Alicia R. Chaves**- arch @dalton.quimica.unlp.edu.ar

### **Abstract**

*The objective of this work was to study the effect of modified atmosphere on storage of grated beetroots at low temperatures. In these experiments table beetroots (*Beta vulgaris* L. var. *Detroit Dark Red*) were packaged in PD-961 EZ (Cryovac) films. Samples with grated beetroots were stored at passive modified atmosphere (PMA) and active modified atmosphere (AMA). In this last case the internal atmosphere was 15 % CO<sub>2</sub>, 15 % O<sub>2</sub>, and N<sub>2</sub>. Grated beetroots so prepared were stored at 0°C and 4°C during 9 days.*

*Results obtained showed that the quality of grated beetroots packaged at PMA was influenced by storage temperature. Time storage, temperature and modified atmosphere caused a significant decrease in exudate volume. A decrease in hue angle was observed in all trays, both in PMA and AMA. The use of modified atmosphere did not affect the chroma value of grated beetroots.*

**Keywords:** Minimally Processed vegetables, Grated beetroots, Modified atmospheres.