

## Características de calidad y composición de distintos cultivares de coliflor con destino al procesado mínimo

A. Simón

Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agroalimentario de la Rioja. Crta. Logroño-Mendavia, NA-134 km 87, 26071 Logroño. E-mail: postcosecha.cida@larioja.org

### Resumen

Se ha estudiado el comportamiento de cinco cultivares de coliflor cortada en floretes, envasados en cuatro tipos de film plástico y mantenidos a 5 °C durante 13 días. Se determinaron las atmósferas en el interior de los envases, el color, la textura, el pardeamiento del corte, la detección de olor extraño, el ácido ascórbico y los polifenoles totales.

Los cultivares Lorien y Cristalino fueron los que más modificaron la atmósfera sobre todo con el film de PVC no perforado, alcanzando niveles de CO<sub>2</sub> del 8% y niveles de O<sub>2</sub> cercanos o inferiores al 2%, aunque en ningún caso se detectó olor extraño. El cultivar E51100 resultó de buena calidad para el procesado mínimo, con un elevado nivel de ácido ascórbico y de polifenoles totales. El cultivar Lorien presentó cortes muy oscurecidos por lo que no se considera adecuado para el procesado mínimo. Los cultivares Caprio y Cristalino sufrieron una importante alteración de la textura. El cultivar May Fair tuvo un comportamiento aceptable para el procesado mínimo. El ácido ascórbico, en general, se mantuvo o incluso aumentó durante el almacenamiento y también se produjo un incremento importante de los polifenoles totales.

**Palabras clave:** *Brassica oleracea* cv. Botritis, atmósferas modificadas, color, textura, ácido ascórbico, polifenoles totales.

### Summary

#### Quality characteristics of cauliflower cultivars for minimal processing

The behaviour of five cultivars of minimally processed cauliflower, packaged in four different plastics films and stored at 5°C for up 13 days, was studied. Atmospheres generated inside the packages, colour, texture, cut darkening, off-odour, ascorbic acid and total phenols content were determined.

The cultivars that most modified the atmosphere inside the packages were Lorien and Cristalino mainly in non-perforated PVC film. Off-odours were not detected.

E51100 cultivar was characterized by good quality for minimal processing and high ascorbic acid and phenols content. Lorien cultivar showed very dark cuts, being considered not adequate for minimal processing. Caprio and Cristalino cultivars suffered an important toughness during storage. May Fair cultivar showed good quality for minimally processing.

Ascorbic acid content were kept or even increased during storage. An increase in total phenols was observed.

**Key words:** *Brassica oleracea* cv. Botrytis, modified atmospheres, colour, texture, ascorbic acid, total phenols.



## Introducción

Actualmente existe una demanda de productos vegetales "listos para usar" que mantengan su calidad de frescos y faciliten su preparación en casa, lo que se consigue mediante un procesado mínimo que comprende operaciones como el cortado, lavado envasado y mantenimiento en refrigeración durante un tiempo limitado (Wiley R.C., 1997).

Dentro de los productos vegetales mínimamente procesados, la coliflor se puede comercializar cortada en floretes y envasada en pequeñas unidades recubiertas con un film plástico adecuado que evite la deshidratación excesiva y la formación de atmósferas modificadas perjudiciales. Además, este tipo de productos deben mantenerse en estantes refrigerados durante el período de comercialización, con el fin de proteger su calidad y aumentar su vida útil.

La coliflor es un producto con alta actividad respiratoria (Kader, 1985a), que, al ser envasada, genera una atmósfera modificada pasiva caracterizada por una disminución de la concentración de O<sub>2</sub> y un incremento de la concentración de CO<sub>2</sub>. La composición de la atmósfera pasiva depende de la actividad respiratoria del vegetal, de la permeabilidad del film plástico que forma el envase, de la cantidad de producto envasado, de la relación entre la cantidad de producto y la superficie del envase y de la temperatura de almacenamiento (Kader, 1986). El diseño del envase con un film plástico de permeabilidad adecuada resulta decisivo para evitar la formación de una atmósfera pasiva en el interior del envase que perjudique al producto. Según varios autores citados por Romo Parada *et al.* (1989), una atmósfera inferior al 2% de O<sub>2</sub> y superior al 5% de CO<sub>2</sub> puede producir daños fisiológicos en la coliflor, que van acompañados de olores extraños, ablandamiento y decoloración que a veces solo se notan después del cocinado.

Sanz *et al.* (2007) observaron que distintos cultivares de coliflor originaron atmósferas diferentes para un mismo film plástico y lo atribuyeron a que los cultivares pueden tener actividades respiratorias diferentes, lo que se debe tener en cuenta en la elección del film.

Entre las alteraciones observadas en la coliflor mantenida en refrigeración, cabe citar el amarilleamiento que se produce y que se refleja en el aumento del parámetro b\* (Simón *et al.* 2007) o del chroma (Berrang *et al.* 1990; Hodges *et al.* 2006). También es importante el pardeamiento que puede producirse en las zonas cortadas (Sanz *et al.* 2007) o la alteración de la textura que se refleja en un aumento de la fuerza de cizallamiento en la coliflor almacenada (Simón *et al.* 2007). Desde el punto de vista de composición, la coliflor se caracteriza por su importante contenido en vitamina C, formada en su mayor parte por ácido ascórbico, y que apenas se degrada durante el almacenamiento refrigerado (Albrecht *et al.* 1990; Simón *et al.* 2007). También es de interés su contenido en polifenoles que pueden actuar como sustratos del pardeamiento enzimático y que actualmente reciben mucha atención por sus propiedades antioxidantes posiblemente beneficiosas para la salud. (Podsdek, 2007).

Los cultivares de coliflor pueden tener un comportamiento distinto acerca de las alteraciones y características citadas, lo que puede determinar su aptitud para el procesado mínimo.

El objetivo de este trabajo es estudiar el comportamiento de cinco cultivares de coliflor cortada en floretes, envasados en cuatro tipos de film plástico y mantenidos a 5 °C durante 13 días. Se determinaron las atmósferas creadas en los envases, el color, la textura, el pardeamiento del corte, la detección de olor extraño, el ácido ascórbico y los polifenoles totales.

## Material y métodos

Se ha trabajado con cinco cultivares de coliflor (*Brassica oleracea* var *Botritis*) de distinto ciclo, cultivadas por el ITG Agrícola de Navarra, en Sartaguda (Navarra). Se plantaron el 4 de agosto de 2006 y son los siguientes junto con su fecha de recolección: E51100 (9 enero); Lorien (14 febrero); Caprio (5 marzo); Cristalino (17 marzo); May Fair (20 abril). Estos cultivares han mostrado un buen comportamiento agronómico y cubren una amplia etapa de recolección de coliflor (ciclo tardío y ultratardío). Sería conveniente ampliar este estudio a otras variedades y también a las de ciclo temprano pero las limitaciones prácticas no nos han permitido hacerlo.

Las coliflores se recogieron con pesos comprendidos entre 1,2 y 1,7 kg sin hojas. Se seleccionaron inflorescencias bien cubiertas por las hojas, de manera que no presentarían amarilleamiento debido a la exposición al sol. Después de recogidas se mantuvieron durante 24 horas a 3 °C y 90% H.R. hasta la preparación del ensayo.

Las coliflores se cortaron en floretes y se envasaron en bandejas de poliestireno de 22,5 x 13,5 x 2 cm a razón de 450 g/ bandeja aproximadamente. Las bandejas se recubrieron con cuatro tipos de film plástico cuyas características se muestran en la tabla 1.

Los envases de coliflor se almacenaron a 5 °C y 90% de H.R. durante 13 días.

Se analizaron el CO<sub>2</sub> y el O<sub>2</sub> en el interior de los envases, en los días 1, 5 y 13 de almacenamiento. En las coliflores iniciales y en las envasadas y almacenadas durante 13 días, se determinaron el color, el pardeamiento del corte, la textura, detección de olor extraño, los polifenoles totales y el ácido ascórbico. Todas la determinaciones se llevaron a cabo sobre dos bandejas en el momento inicial y en cada tratamiento de envasado a los 13 días.

### Determinación de los gases CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>

El CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> en el interior de los envases se analizaron con el medidor de gases Checkmate model 9900, tomando las muestras automáticamente con una jeringa.

### Medida del color

El color se determinó mediante los parámetros L\*, hue y chroma, medidos con el colorímetro MiniScan XE de Hunter (Hunterlab, Reston, VA, USA), con un diafragma de 8 mm de diámetro, calibrado con una placa blanca (X = 81,1, Y = 86,0, Z = 91,8). Las condiciones de medida fueron con iluminante C y un ángulo de observación de 10°. En cada bandeja se realizaron cuatro medidas que se promediaron.

### Textura

La textura se midió con la máquina universal Instron modelo 1140 equipada con la

Tabla 1. Características de los films plásticos según datos del fabricante  
Table 1. Film characteristics. Data provided by manufacturer

| Tratamiento | Tipo de film                              | Espesor (µm) |
|-------------|---|--------------|
| A           | PVC perforado                             | 12           |
| B           | PVC no perforado                          | 12           |
| C           | P-Plus 240 (polipropileno microperforado) | 35           |
| D           | PELD (polietileno baja densidad)          | 10           |



célula Kramer. Cada medida se tomó sobre 45 g de coliflor que se situó dentro de la célula Kramer y se sometió a un cizallamiento con una velocidad de bajada de la prensa de 50 mm min<sup>-1</sup>. Se registró la máxima fuerza de cizallamiento expresada en Newtons (N). Para cada bandeja se tomaron dos medidas y se calculó la media.

#### Oscurecimiento de los cortes y olor

En el día 13 se observaron los cortes de los troncos de los floretes calificándolos según el grado de oscurecimiento observado visualmente en: ningún oscurecimiento, ligeramente oscurecidos, o muy oscurecidos.

Se observó también si se detectaba o no algún olor extraño al abrir los envases.

#### Polifenoles totales

Los polifenoles totales se analizaron sobre la coliflor liofilizada, realizando la extracción como describen Choi y Sapers (1994) y utilizando el reactivo de Folin-Ciocalteu según el método de Slinkard y Singleton (1977), con ácido clorogénico como patrón.

#### Ácido ascórbico

El ácido ascórbico se ha analizado sobre un extracto con ácido metafósforico 5%, mediante el método colorimétrico descrito por Cakmak y Marschner (1992), en el que el ácido ascórbico reacciona con 2,2-dipyridyl en presencia de FeCl<sub>3</sub>, dando un color rosado cuya absorbancia se lee a 525 nm en un espectrofotómetro UV Perkin Elmer modelo Lambda 10 (Norwalk USA).

#### Análisis estadístico

El análisis de la varianza se realizó con el programa SYSTAT Statistics versión 7.0, con-

siderando los factores variedad y tratamiento con dos repeticiones. Los tratamientos fueron: el del día inicial y los cuatro tratamientos de envasado a los 13 días. Para la comparación de medias se calculó la DMS para  $P \leq 0,05$ .

#### Resultados y discusión

Atmósferas creadas con los distintos tipos de film

La atmósfera resultó similar a la del aire (20-21% O<sub>2</sub> y 0% CO<sub>2</sub>), en el film de PVC perforado (A) para todas las variedades.

En los otros films (B, C y D), la composición de la atmósfera alcanzó su mayor nivel de CO<sub>2</sub> y menor de O<sub>2</sub> en el día primero de almacenamiento, en el que la concentración de O<sub>2</sub> fue diferente entre los tres tipos de film. Se alcanzaron valores entre 0,91% y 11,5% con el film B (PVC no perforado), 14,9% y 18% con el film C (P-Plus 240) y 3,28% y 13,2% con el film D (PELD), dependiendo de las variedades (figura 1). El CO<sub>2</sub> alcanzó valores similares entre los tres films, aunque diferentes según las variedades. Estos valores oscilaron entre 3,6% y 8,2% con el film B, entre 4,5% y 8,9% con el film C y entre 4,2% y 8,4% con el film D (figura 1).

El análisis de la varianza mostró un efecto significativo del factor tiempo sobre las concentraciones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> aunque también resultó significativa ( $P \leq 0,001$ ) la interacción variedad x tiempo en los tres tipos de film. Esto se puede explicar porque, en algunas de las variedades (E51100, Lorien, Caprio y Cristalino) se produjo un descenso de CO<sub>2</sub> y un aumento de O<sub>2</sub> a lo largo del almacenamiento mientras que estos cambios no resultaron significativos en el cultivar May Fair (figura 1). El descenso de CO<sub>2</sub> y aumento de O<sub>2</sub> ya había sido observado por Simón et al. (2007) en el cultivar Lepini y puede ser debi-

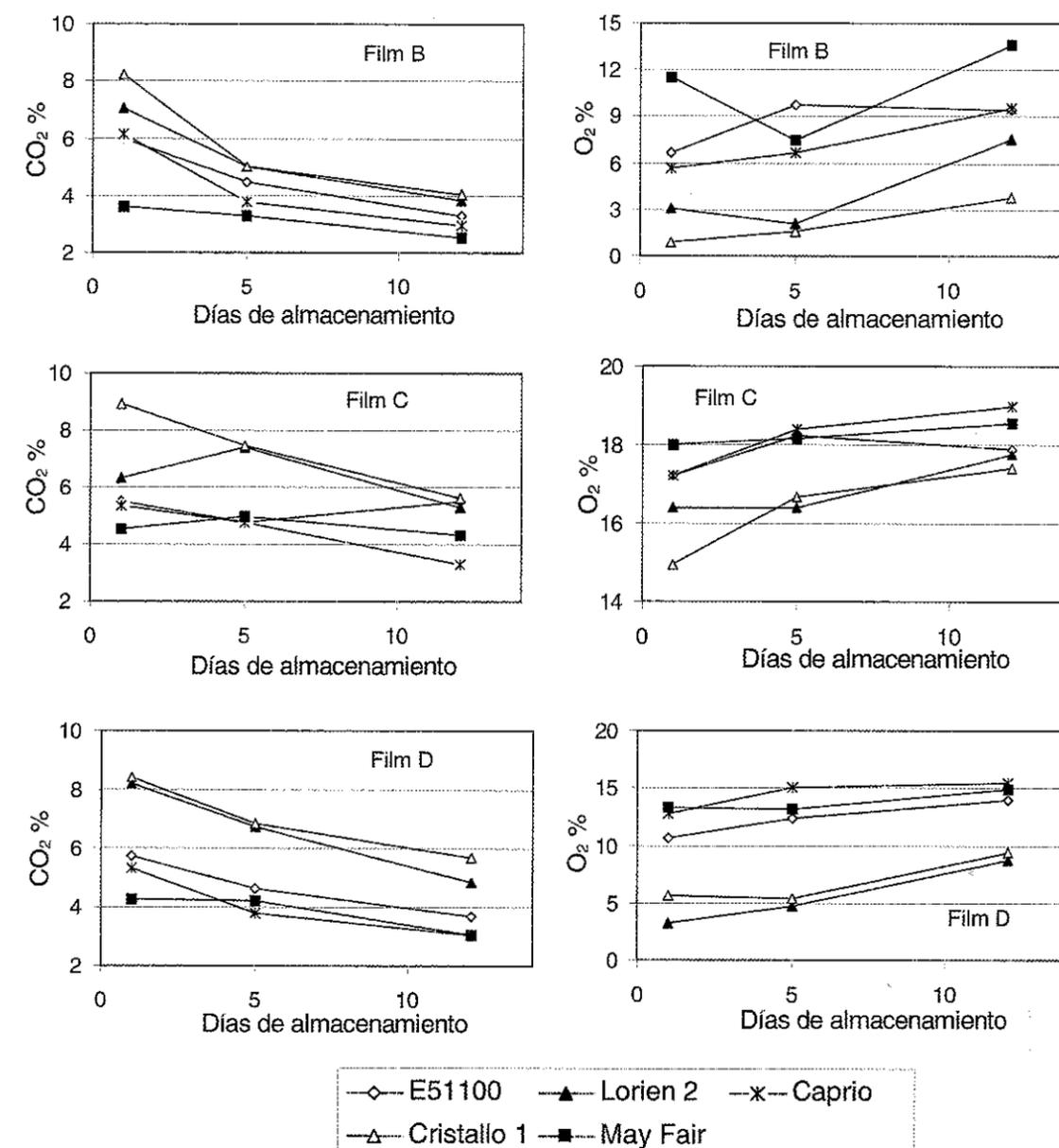


Figura 1. Composición de la atmósfera en envases de coliflor mínimamente procesada, almacenada a 5 °C durante 13 días, para tres tipos de film (Film B: PVC no perforado; Film C: P-Plus240; Film D: PELD).

Figure 1. Atmosphere composition in minimally processed cauliflower, packaged in three different plastic films and stored at 5 °C for 13 days, (Film B: non perforated PVC, Film C: P-Plus 240; Film D: LDPE).

do a un descenso de la actividad respiratoria de la coliflor (Romo-Parada *et al.* 1989).

Por otra parte, los cultivares Lorien y Cristalillo han alcanzado las mayores concentraciones de CO<sub>2</sub> y las menores de O<sub>2</sub> en los tres tipos de film, mientras que E51100, Caprio y May Fair han modificado las atmósferas en menor medida (figura 1). También Sanz *et al.* (2007) observaron diferencias en las atmósferas creadas por otros cultivares de coliflor. Existen bastantes referencias que muestran distintas actividades respiratorias entre variedades de un mismo producto (Fonseca *et al.* 2002) y esta puede ser la causa de las diferencias en la composición atmosférica encontradas entre los cultivares de coliflor estudiados, aunque también puede influir el grado de madurez o desarrollo del producto.

Para coliflor, se han recomendado atmósferas de 2-5% de CO<sub>2</sub> y 2-5% de O<sub>2</sub> (Kader, 1985b) y por otra parte, atmósferas con menos del 2% de O<sub>2</sub> o más de 5% de CO<sub>2</sub> pueden producir daños fisiológicos en la coliflor, acompañados de olores extraños, ablandamiento de los tejidos y decoloración, según varios

autores (Romo-Parada *et al.* 1989). En nuestro trabajo, las variedades Lorien y Cristalillo envasadas en el film B, han presentado valores de O<sub>2</sub> cercanos o inferiores al 2% y valores de CO<sub>2</sub> entre 5% y 8%, al menos durante los primeros 5 días de almacenamiento (figura 1). Estos valores se encuentran en el límite de lo que podría ser una atmósfera perjudicial, aunque no se han observado síntomas de deterioro del producto.

#### Color

El parámetro de color hue representa el tono amarillo para el valor de 90, para valores mayores tiende hacia el verde y para valores menores tiende hacia el rojo. Los valores registrados oscilan entre 89 y 92, o sea muy cercanos a la tonalidad amarilla.

Existen diferencias significativas de este parámetro entre los cultivares, siendo el cultivar Caprio el que presenta los mayores valores (figura 2). En el cultivar Cristalillo se observó una disminución significativa de hue, en los cuatro tratamientos de envasado y almacenado 13 días, respecto al valor inicial, pero esta

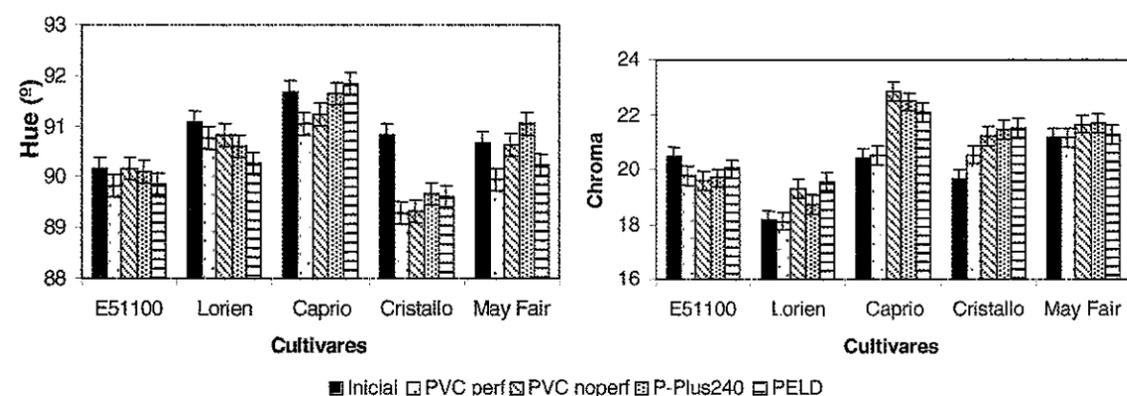


Figura 2. Parámetros de color de coliflor mínimamente procesada, en el estado inicial y a 13 días de almacenamiento a 5 °C, en cuatro tipos de film. Las barras representan el error estándar.

Figure 2. Colour parameters of minimally processed cauliflower packaged in four different plastic films and stored at 5 °C for 13 days. Bars represent standard error.

tendencia no se observó en los demás cultivares. Otros autores no han encontrado cambios significativos del valor de hue durante el almacenamiento de coliflor en condiciones parecidas a las nuestras (Berrang *et al.*, 1990; Hodges *et al.*, 2006).

El parámetro chroma se refiere a la pureza de color y en nuestro caso guarda una significativa ( $P \leq 0,001$ ) correlación con el parámetro b\*. El chroma presentó los valores más bajos en el cultivar Lorien (figura 2), lo que se apreció visualmente por una tonalidad más blanca de este cultivar, frente a la tonalidad más crema de los otros. La coliflor almacenada 13 días y envasada en los films B, C y D, en los que se produjo una atmósfera modificada, experimentó un incremento significativo ( $P \leq 0,001$ ) del chroma, respecto al valor inicial, en los cultivares Lorien, Caprio y Cristalillo, mientras que las diferencias no fueron significativas en E51100 y May Fair (figura 2). Este aumento del chroma solo se apreció visualmente, como un tono amarillento más intenso, en el cultivar Caprio, en el que este incremento fue mayor. También Simón *et al.* (2007) observaron aumento del parámetro b\* en coliflores del cultivar Lepini envasadas en atmósfera modificada, mientras que esto no ocurrió en atmósfera normal. Otros autores, también han observado aumento del chroma en coliflor almacenada, aunque Berrang *et al.* (1990) no encontraron diferencia entre atmósfera normal y modificada y Hodges *et al.* (2006) refieren valores del chroma inferiores en atmósfera modificada respecto a la atmósfera normal. Estos distintos comportamientos pueden ser explicados porque los cultivares utilizados en los trabajos citados son diferentes.

Desde el punto de vista práctico, los aumentos del chroma observados en nuestro trabajo no representaron un deterioro importante del aspecto de la coliflor ya que son menos intensos que los referidos por Simón

*et al.* (2007) en el cultivar Lepini, y en este caso, un panel de catadores consideró aceptables las muestras de coliflor almacenadas hasta 21 días.

#### Textura

En todos los cultivares se observó un aumento significativo de la fuerza en alguno o en todos los tratamientos de coliflor a los 13 días de almacenamiento respecto al valor inicial, pero en mayor medida en los cultivares Caprio y Cristalillo (figura 3). En algunas muestras de estos cultivares, la correosidad era tal que no se pudo llegar a cortar la coliflor con las hojas de la célula Kramer. El incremento de la fuerza de cizallamiento se debe a que los tejidos se vuelven menos tiernos o más correosos y ha sido referido por Simón *et al.* (2007) en el cultivar Lepini, en el que la fuerza aumentó en mayor medida en atmósfera normal frente a las atmósferas modificadas. En el presente trabajo, las diferencias entre los cuatro films de envasado solo fueron significativas para el cultivar Caprio, en el que la mayor fuerza se alcanzó con el film de PVC perforado.

La importancia práctica de estos cambios habrá que evaluarla mediante el análisis sensorial de la textura en la coliflor cocida.

#### Ácido ascórbico y polifenoles totales

El cultivar E51100 destacó por su elevado contenido inicial de ácido ascórbico frente a los otros cuatro cultivares que presentaron valores más parecidos entre sí (tabla 2). Estos valores son del mismo orden que los referidos por Simón y Ramos (2005) para los mismos cultivares, confirmando así las diferencias varietales.

Los cambios en el ácido ascórbico, a los 13 días de almacenamiento respecto al valor inicial siguen distinta pauta según los culti-

vares. En los cultivares E51100 y Lorien, el contenido de ácido ascórbico se mantuvo en el film de PVC perforado (atmósfera normal) mientras que se produjo un incremento del orden de 32% en los otros tres tipos de film en los que hubo una atmósfera modificada. Sin embargo, en el cultivar Caprio, el incremento de ácido ascórbico a los 13 días respecto al contenido inicial se produjo en los cuatro tipos de envasado

aunque el valor en el film de PVC no perforado no difiere significativamente del valor inicial. En el cultivar Cristalino, se produjo un descenso de ácido ascórbico de 42% en el film de PVC perforado mientras que los otros tres films no presentaron diferencias significativas respecto al valor inicial. En el cultivar May Fair solo fue significativamente superior respecto al valor inicial, el contenido del film P-Plus240.

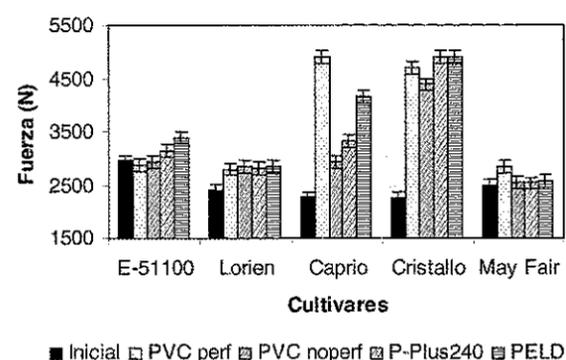


Figura 3. Fuerza de cizallamiento de coliflor mínimamente procesada, en el estado inicial y a los 13 días de almacenamiento a 5 °C en cuatro tipos de film. Las barras representan el error estándar.  
Figure 3. Shear force of minimally processed cauliflower packaged in four different plastic films and stored at 5 °C for 13 days. Bars represent estándar error.

Tabla 2. Contenido de ácido ascórbico (mg/100 g MF) en coliflor mínimamente procesada en el estado inicial y a 13 días de almacenamiento a 5°C en cuatro tipos de film  
Table 2. Ascorbic acid content (mg/100 g FM) in minimally processed cauliflower, packaged in four different films, on day 0 and after 13 days of storage at 5°C

| Cultivar   | Día 0               | Día 13              |                     |                    |                    |
|------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
|            |                     | PVC perf            | PVC no perf.        | P-Plus240          | PELD               |
| E51100     | 63,97 <sup>b</sup>  | 65,80 <sup>b</sup>  | 78,07 <sup>a</sup>  | 85,35 <sup>a</sup> | 82,99 <sup>a</sup> |
| Lorien     | 36,83 <sup>c</sup>  | 36,66 <sup>c</sup>  | 47,95 <sup>ab</sup> | 48,86 <sup>a</sup> | 40,07 <sup>b</sup> |
| Caprio     | 37,51 <sup>b</sup>  | 46,40 <sup>a</sup>  | 44,57 <sup>ab</sup> | 52,10 <sup>a</sup> | 51,77 <sup>a</sup> |
| Cristalino | 45,76 <sup>ab</sup> | 26,15 <sup>c</sup>  | 38,95 <sup>b</sup>  | 49,66 <sup>a</sup> | 39,34 <sup>b</sup> |
| May Fair   | 37,44 <sup>b</sup>  | 44,05 <sup>ab</sup> | 39,09 <sup>b</sup>  | 50,46 <sup>a</sup> | 41,72 <sup>b</sup> |

Los valores de cada cultivar seguidos por distintas letras son significativamente diferentes ( $P \leq 0,05$ )  
 $DMS_{0,05} = 8,71$

Las coliflores, y en general las crucíferas, muestran una elevada retención de ácido ascórbico durante el almacenamiento mientras que en otros vegetales como espárrago o alubia verde se produce un importante deterioro de esta vitamina (Albretch *et al.* 1990). Según estos autores, este comportamiento puede estar relacionado con el alto contenido en compuestos de azufre y en glutatión de las crucíferas.

Leja *et al.* (2001) observaron un incremento de ácido ascórbico del 25% en brócoli almacenado a 5 °C sin envasar, al cabo de siete días. Este aumento de ácido ascórbico que observaron también en lechuga, lo atribuyen al estrés de la recolección y a la baja temperatura.

Los cultivares presentaron diferentes contenidos iniciales de polifenoles, siendo los de E51100 y May Fair los más elevados mientras que Cristalino y Caprio presentaron contenidos significativamente inferiores al compararlos teniendo en cuenta la DMS (tabla 3), ya que las letras solo comparan los valores correspondientes a cada cultivar. El análisis de la varianza resultó en una interacción variedad x tratamiento significativa pero resultaría farragoso comparar en la

tabla los 25 valores medios. Los polifenoles aumentaron a los 13 días de almacenamiento en todos los tratamientos, desde un 27% en E51100 hasta un 94% en Cristalino. Leja *et al.* (2001) también observaron un aumento de polifenoles en brócoli almacenado a 5 °C durante siete días y lo consideraron como un índice de la senescencia postrecolección.

Los polifenoles más abundantes en la coliflor son los flavonoles quercetina y kampfrol y en menor proporción las flavonas apigenina y luteolina. Tanto la vitamina C como los flavonoides tienen propiedades antioxidantes que pueden ejercer un efecto beneficioso para la salud (Podsedek, 2007).

#### Oscurecimiento del corte y olor extraño

El oscurecimiento del corte ha sido diferente entre los cinco cultivares. El cultivar Lorien presentó los cortes muy oscurecidos mientras que en Caprio no se observó ningún oscurecimiento y E51100, Cristalino y May Fair se mostraron solo ligeramente oscurecidos. Esta tendencia al pardeamiento de los cortes no guarda relación con el contenido de polifenoles, ya que los de mayor contenido que han sido E51100 y May Fair (tabla 3) no son

Tabla 3. Polifenoles totales (mg ácido clorogénico/100 g MS) en coliflor mínimamente procesada en el estado inicial y a 13 días de almacenamiento a 5 °C en cuatro tipos de film  
Table 3. Total phenols content (mg chlorogenic acid/100 g DM) in minimally processed cauliflower, packaged in four different films, on day 0 and after 13 days of storage at 5 °C

| Cultivar   | Día 0             | Día 13             |                    |                    |                    |
|------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            |                   | PVC perf           | PVC no perf.       | P-Plus240          | PELD               |
| E51100     | 8,49 <sup>b</sup> | 10,38 <sup>a</sup> | 10,79 <sup>a</sup> | 10,50 <sup>a</sup> | 10,44 <sup>a</sup> |
| Lorien     | 6,17 <sup>d</sup> | 9,76 <sup>a</sup>  | 7,93 <sup>c</sup>  | 9,57 <sup>ab</sup> | 8,86 <sup>b</sup>  |
| Caprio     | 5,11 <sup>c</sup> | 8,41 <sup>b</sup>  | 8,79 <sup>b</sup>  | 8,56 <sup>b</sup>  | 9,76 <sup>a</sup>  |
| Cristalino | 4,95 <sup>b</sup> | 9,62 <sup>a</sup>  | 9,60 <sup>a</sup>  | 8,89 <sup>a</sup>  | 9,37 <sup>a</sup>  |
| May Fair   | 7,73 <sup>b</sup> | 11,45 <sup>a</sup> | 11,43 <sup>a</sup> | 11,83 <sup>a</sup> | 12,17 <sup>a</sup> |

Los valores de cada cultivar seguidos por distintas letras son significativamente diferentes ( $P \leq 0,05$ )  
 $DMS_{0,05} = 0,813$

los que mas se hayan pardeado. Esta característica de los cultivares de coliflor es muy importante para determinar la aptitud para el procesado mínimo, y entre los cultivares estudiados en este trabajo, Lorien es el menos apropiado para este uso por su alto nivel de oscurecimiento.

No se ha detectado olor extraño en ninguna de las condiciones ensayadas en este trabajo. El cultivar Cristalino que es el que alcanzó un nivel de O<sub>2</sub> en torno al 2% con el film B, durante cinco días por lo menos (figura 1) tampoco presentó olor extraño en este ensayo. Pero en otros ensayos realizados por nuestro equipo, cuyos resultados no se han publicado, este cultivar alcanzó niveles entre el 1% y el 2% de O<sub>2</sub> durante más de 5 días con el film B, y en este caso sí se detectó olor extraño. Por ello, el film de PVC no perforado no se considera apropiado para cultivares como Cristalino.

### Conclusiones

La elección de film plástico adecuado para el envasado depende del comportamiento del cultivar. En este trabajo, el film de PVC no perforado no es recomendable para cultivares como Lorien o Cristalino.

El cultivar E51100 puede ser apto para el procesado mínimo, porque sufre solo pequeños cambios en el color, textura y pardeado de los cortes, además de tener un alto contenido en ácido ascórbico y en polifenoles totales.

El cultivar Lorien es poco apto para el procesado mínimo por su tendencia a dar cortes muy oscurecidos.

A los cultivares Caprio y Cristalino se les puede objetar la importante alteración que sufren de la textura, aunque falta por valorar la apreciación sensorial de esta alteración en el producto cocido.

El cultivar May Fair presentó un comportamiento aceptable para el procesado mínimo.

### Bibliografía

- Albrecht JA, Schafer HW, Zottola EA, 1990. Relationship of total sulfur to initial and retained ascorbic acid in selected cruciferous and non-cruciferous vegetables. *J. of Food Science*. 55, 181-183.
- Berrang ME, Brackett RE, Beuchat LR, 1990. Microbial, color and textural qualities of fresh asparagus, broccoli and cauliflower stored under controlled atmosphere. *J. of Food Protection*. 53 (5), 391-395.
- Cakmak I, Marschner H, 1992. Magnesium deficiency and high light intensity enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase and glutathione reductase in bean leaves. *Plant Physiology*. 98, 1222-1227.
- Choi SW, Sapers GM, 1994. Effects of washing on polyphenol oxidase in commercial mushrooms (*Agaricus bisporus*). *J. Agric. Food Chem.* 42, 2286-2290.
- Fonseca SC, Oliveira FAR, Brecht JK, 2002. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. *J. Food Engineering*. 52, 99-119.
- Hodges DM, Munro KD, Forney Ch F, McRae KB, 2006. Glucosinolate and free sugar content in cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis* cv. *Freemont*) during controlled atmosphere storage. *Postharvest Biology and Technology*. 40, 123-132.
- Kader AA, 1985 a. Postharvest biologie and technology: An overview. En: *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California. Special publication 3311. Pg. 3-7.
- Kader AA, 1985 b. Modified atmospheres and low-pressure systems during transport and storage. En: *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California. Special publication 3311. Pg. 58-64.

- Kader AA, 1986. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology* 40, 99-104.
- Leja M, Mareczek A, Starzynska A, Rozek S, 2001. Antioxidant ability of broccoli flower buds during short-term storage. *Food Chemistry* 72, 219-222.
- Podsedek A, 2007. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. *LWT-Food Science and Technology*. 40, 1-11.
- Romo-Parada L, Willemot C, Castaigne F, Gosselin C, Arul J, 1989. Effect of controlled atmospheres (low oxygen, high carbon dioxide) on storage of cauliflower (*Brassica oleracea* L., *Botrytis* group). *J. of Food Science*. 54(1), 122-158.
- Sanz S, Olarte C, Echavarri JF, Ayala F, 2007. Evaluation of different varieties of cauliflower for

minimal processing. *J. of the Science of Food and Agriculture*. 87, 266-273.

Simón A, Gonzalez Fandos E, Rodríguez D, 2007. Effect of film and temperature on the sensory, microbiological and nutritional quality of minimally processed cauliflower. *International J. of Food Science and Technology*. (en prensa).

Simón A, Ramos JL, 2005. Calidad de variedades de coliflor. *Cuaderno de Campo*. Gobierno de la Rioja. N° 32, 13-15.

Slinkard K, Singleton VL, 1977. Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods. *Am. J. Enol. Vític*. 28(1), 49-55.

Wiley RC, 1997. Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. Ed. Acribia S.A. Zaragoza. Pg. 1-13.

(Aceptado para publicación el 15 de enero de 2008)