

# EFFECTO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE HUMEDAD SOBRE LA EVOLUCIÓN DEL COLOR DE VERDURAS FRESCAS

## EFFECT OF THE HUMIDIFICATION SYSTEMS ON THE EVOLUTION OF THE COLOUR OF FRESH VEGETABLES

Ayala Zurbano, Fernando (1); Echávarri Granado, J. Federico (1); Sanz Cervera, Susana (2); Olarte Martínez, Carmen (2), San Miguel Bozalongo, Raúl (2); Anguiano Alesanco, Eduardo (2)

(1) Departamento de Química. Área de Física Aplicada. Universidad de La Rioja. Logroño

(2) Departamento de Agricultura y Alimentación. Área de Tecnología de los Alimentos Universidad de La Rioja. Logroño

[fernando.ayala@unirioja.es](mailto:fernando.ayala@unirioja.es)

### Resumen

A la hora de comercializar y consumir verduras frescas se presenta el problema de su corta vida útil. En pocos días se deterioran sus cualidades sanitarias y organolépticas por lo que sería deseable hallar el modo de mantenerlas en condiciones óptimas el mayor tiempo posible. A la hora de elegir y/o consumir un producto fresco, el consumidor aprecia en primer lugar la apariencia, una de cuyas principales cualidades es el color. En este trabajo se estudia el efecto que la incorporación del sistema de humidificación Aqualife tiene sobre la conservación del color de verduras frescas. Para ello, se han almacenado muestras de coliflor, lechuga y judía verde en dos condiciones diferentes de temperatura: en refrigeración y en medio ambiente. En ambas condiciones se ha incorporado el sistema de humidificación y se han comparado los resultados con el obtenido en muestras sin dicho sistema.

Para realizar el estudio se han medido los espectros de reflectancia de las muestras y se han calculado las coordenadas de color en el espacio CIELAB con el iluminante D65 y el observador CIE a 10°.

Se concluye que la incorporación del sistema de humidificación beneficia la conservación del color de las verduras, ya que al final del ensayo la judía verde presentaba un color más cromático en las muestras sometidas a humidificación que las muestras almacenadas sin humidificación tanto en expositor como en cámara. La coliflor mantiene el croma en expositor y en cámara y el tono en expositor es mejor que en condiciones de no humidificación. Para la lechuga, el sistema de humidificación, tanto en expositor como en cámara, mantiene mejor el color inicial que las muestras sin humidificación.

### Abstract

The short shelf life of fresh vegetables is a problem for the marketing and consumption of these products. As their sanitary and organoleptic qualities deteriorate in a few days, it would be desirable to find a way to keep the quality characteristics in optimal conditions as long as possible. At the time of selecting and/or using a fresh product, the first aspect that the consumers appreciate is the appearance, one of whose main qualities is color. This paper studies the effect of incorporating the Aqualife humidification system on conservation of the color of fresh vegetables. For this, samples of several vegetables, cauliflower, lettuce and green beans, were stored in two different temperature conditions: in cooling, and at room temperature. In both conditions the humidification system has been used and the results were compared with those obtained in samples stored without such a system.

In the study were measured the reflectance spectra of the samples, and were calculated the color coordinates, in CIELAB space with D65 illuminant and 10 ° observer CIE.

It is concluded that the incorporation of humidification system, favors the preservation of color of vegetables, because at the end of the study period, the green beans subjected to humidification, showed a more chromatic color than those samples stored without humidification, either at room temperature or under refrigeration. Cauliflower maintains chroma in the camera and in the exhibitor, and the tone is better with the humidification system than under no humidification conditions. For lettuce, samples stored under the humidification system, both the exhibitor and the camera, maintain initial color better than samples without humidification conditions.

## Palabras clave

Sistemas de control de humedad, color, coordenadas CIELAB, verduras frescas, sistemas de almacenamiento.

## Keywords

Humidity control systems, color, CIELAB coordinates, vegetables, storage systems.

## INTRODUCCIÓN

El consumo de alimentos frescos debe enfrentarse a la dificultad que supone, tanto para su comercialización como para su consumo, su reducida vida útil. Para alargar su periodo de comercialización es necesario controlar factores precosecha y postcosecha. Entre estos últimos son esenciales la composición de la atmósfera de almacenamiento, la temperatura y la humedad.

Además de mantener las condiciones sanitarias, es importante conservar en estos alimentos las características sensoriales de productos frescos. Dentro de estas características, el primer estímulo que recibe el consumidor de una verdura fresca a la hora de su adquisición y consumo es el visual, y el color es el más importante y el que más influye en la decisión de compra. Por tanto es muy importante el mantenimiento del color de las verduras frescas durante el máximo tiempo posible.

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar el efecto que la incorporación del sistema de humidificación desarrollado por la empresa Aqualife, tiene sobre la conservación del color de verduras frescas. Para ello, se han estudiado las variaciones de las coordenadas de color que presentan las muestras que se han almacenado con un sistema de humidificación y sin sistema de humidificación en dos condiciones diferentes de temperatura: con refrigeración y a temperatura ambiente.

Este estudio se enmarca dentro de un proyecto de investigación titulado: “*Evaluación del Efecto de los Sistemas de Control de Humedad sobre la Vida Útil de Frutas y Verduras frescas*”, desarrollado como fruto del convenio de colaboración suscrito entre la empresa Aqualife, dedicada a la fabricación de equipos de humidificación aplicados a productos frescos y perecederos, y la Universidad de la Rioja.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El efecto de la humidificación sobre el color de las verduras se analizó sometiendo a los vegetales a dos tipos de almacenamiento diferentes:

a) *Almacenamiento en refrigeración*. Las verduras se distribuyeron en dos cámaras refrigeradas, una provista con el sistema de humidificación objeto de estudio y otra sin él. Esta última se consideró de control.

b) *Expositores de venta al público a temperatura ambiente*. Las verduras se dispusieron en dos expositores de venta al público, uno de ellos provisto con sistema de humidificación y el otro sin él. Este último actuó como control.

Las verduras utilizadas para este estudio fueron suministradas por la Sociedad Cooperativa “El Raso” (Calahorra, La Rioja), dedicada a la comercialización de productos hortofrutícolas. Se ha trabajado con tres tipos de verduras: de hoja (lechuga), fruto (judía verde) e inflorescencia (coliflor). Las muestras fueron recolectadas el mismo día en que comenzó el estudio.

El equipo de humidificación utilizado en la cámara durante el almacenamiento de los vegetales fue, *AFC-Sistema para Nebulización de Cámaras de Frío*, (Samarketing SL, Barcelona, España) mientras que el utilizado en el expositor fue *AFV-Sistemas de Humidificación para Frutas y Verduras* (Samarketing SL, Barcelona, España)

Para evaluar el efecto de la humidificación sobre la calidad de las verduras se tomaron muestras los días 0, 2, 4, 7, 9 y 11 de cada ensayo en el caso de la cámara, y los días 0, 2, 4 y 7 en el caso del expositor.

Para la determinación del color, cada muestra estaba constituida, en función del producto, por una pieza de coliflor, una pieza de lechuga y seis unidades de judías verdes. En las diferentes muestras se midió el espectro de reflectancia en seis puntos de la superficie de las hojas externas de cada pieza de lechuga y de la inflorescencia de la coliflor, y en un punto de la superficie de cada una de las judías. Posteriormente, se obtuvo el espectro medio de

cada grupo de medidas, siendo este valor medio el dato utilizado para la elaboración y discusión de los resultados.

A partir del espectro medio, se calcularon, para cada muestra, las coordenadas de color  $L^*$ ,  $C^*_{ab}$ ,  $h_{ab}$  en el espacio CIELAB usando el iluminante D65 y el observador estándar CIE64, siguiendo las especificaciones de la CIE.

Estas medidas fueron realizadas con un espectrofotómetro Minolta CM 2600d de Minolta Co. Ltd. Osaka Japan, con geometría d/8 y lámpara de Xenón.

Además de las coordenadas de color, durante el ensayo se realizaron análisis sensoriales y controles microbiológicos para comprobar que, en todo momento, el estado sanitario de las muestras era el correcto.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Judía verde

En la Figura 1 se muestra la evolución de las coordenadas de color estudiadas para este producto en los dos tipos de almacenamiento y en las dos condiciones establecidas. De su estudio podemos destacar:

#### CÁMARA

En este caso la condición de sin humectación alcanza valores de la coordenada  $L^*$  inferiores a los que aparecen en condición de humectación. Estas diferencias aparecen a partir del 4º día de ensayo y se mantienen a lo largo de la duración del mismo. En definitiva, se observa un mayor mantenimiento de la claridad en condición de humectación.

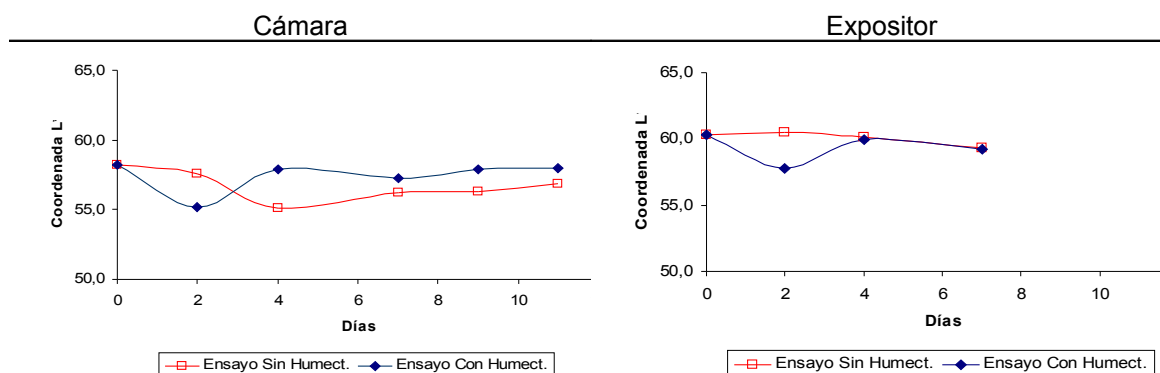
Tanto en la coordenada  $C^*_{ab}$  como en la coordenada  $h_{ab}$ , no se aprecian diferencias significativas entre ambas condiciones, siendo el valor de estas coordenadas muy similar al inicial.

#### EXPOSITOR

La coordenada  $L^*$  en judías tiene una evolución prácticamente similar en ambas condiciones a partir del segundo día, alcanzando valores muy similares a los siete días.

En la coordenada  $C^*_{ab}$ , la diferencia entre ambas condiciones fue mínima, con valores ligeramente superiores para la condición de humectación frente a la condición de sin humectación. Al final del ensayo el croma es similar a la inicial en el caso de humectación, y menor en el caso de sin humectación.

En la coordenada  $h_{ab}$ , la diferencia entre ambas condiciones es mínima presentando un pequeño descenso de valores en ambas condiciones. Esto significa por tanto, que el tono verde final era muy parecido al inicial con una pequeña evolución hacia tonos más amarillentos en ambos casos.



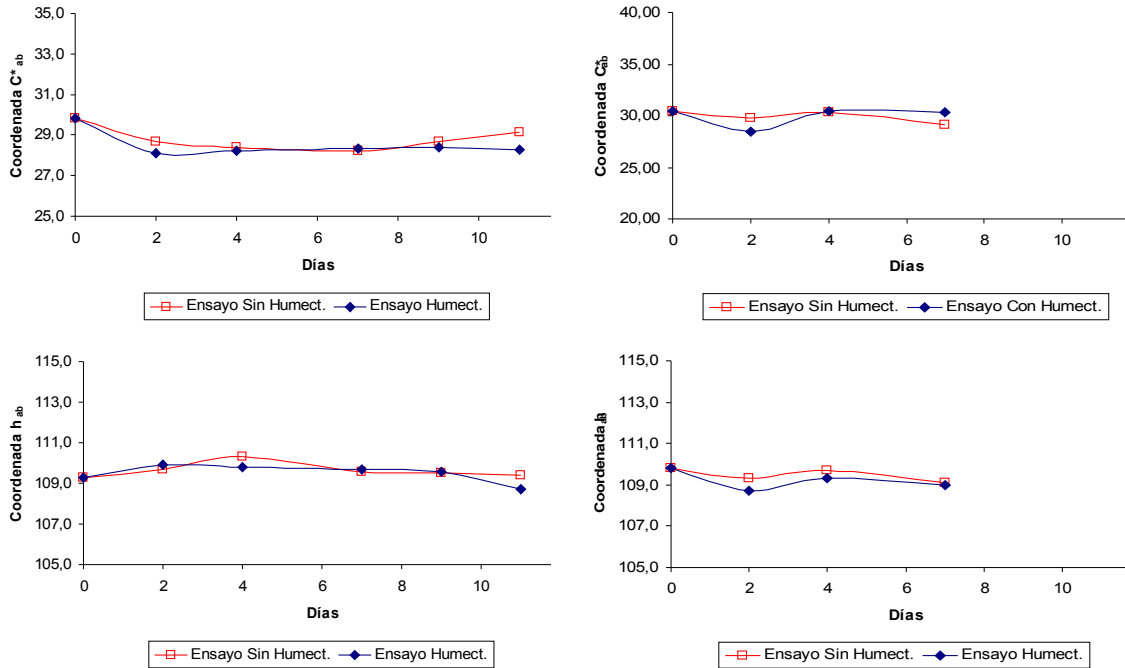


Figura 1.- Gráficas de la evolución de las coordenadas  $L^*$ ,  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$  en judía.

## Coliflor

En la Figura 2 se muestra la evolución de las coordenadas de color estudiadas para este producto en los dos tipos de almacenamiento y en las dos condiciones establecidas. De su estudio podemos destacar:

### CÁMARA

Las coordenada  $L^*$  y  $C^*_{ab}$  presentan en ambas condiciones una evolución similar con valores parecidos. Se aprecia un aumento de los valores de la coordenada  $C^*_{ab}$ , que supone por tanto una evolución en ambos casos hacia tonos más cromáticos, siendo mayor este aumento en la condición de humectación.

Para la coordenada  $h_{ab}$  se observa un comportamiento muy similar en ambas condiciones disminuyendo hasta el cuarto día y permaneciendo casi constante hasta el final del ensayo, por lo que en ambas condiciones se observa un tono final con una ligera tendencia a tonos amarillos.

### EXPOSITOR

En la coordenada  $L^*$  de la coliflor, se observa un aumento los primeros días sin humectación y disminuye con humectación, cambiando la tendencia en los últimos días situándose al final del ensayo en valores similares al inicial.

En el estudio de la coordenada  $C^*_{ab}$  de la coliflor en la condición de sin humectación, se aprecia una subida inicial de los valores de la misma hasta el día cuatro de ensayo a partir del cual sufre un descenso aunque se mantiene por encima de los valores iniciales hasta el final. Por su parte, en la condición de humectación encontramos un aumento continuo para este valor durante todo el ensayo. Se puede decir, por tanto, que en ambos casos existe una evolución hacia tonos más cromáticos, siendo mayor esta evolución al final del ensayo en condición de humectación que en condición de sin humectación.

La coordenada  $h_{ab}$ , mientras en las muestras con humectación se mantiene casi constante, en las muestras sin humectación presentan un descenso en esta coordenada, lo que nos indica un principio de pardeamiento en especial a partir del segundo día.

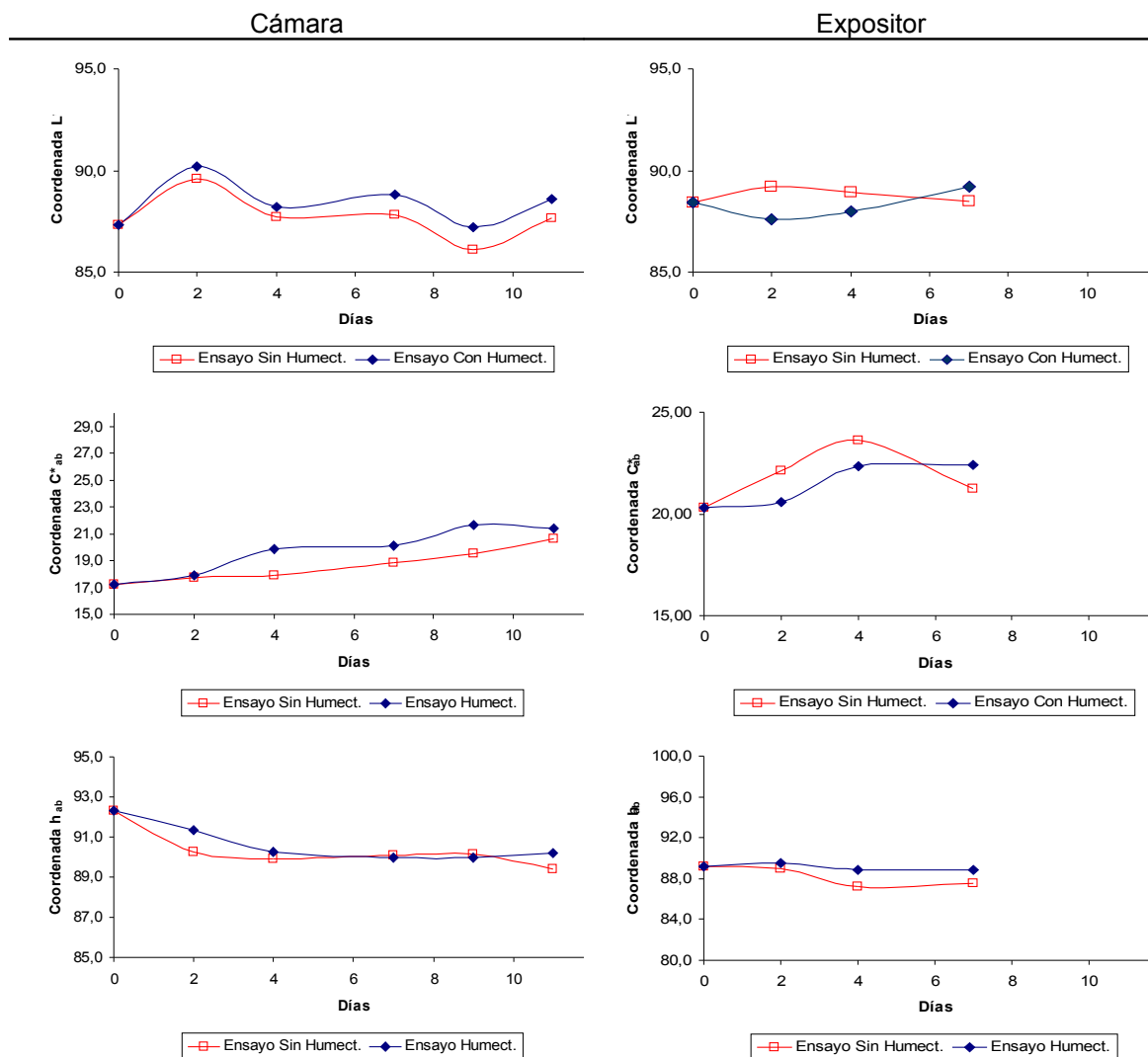


Figura 2.- Gráficas de la evolución de las coordenadas  $L^*$ ,  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$  en coliflor

## Lechuga

En la Figura 3 se muestra la evolución de las coordenadas de color estudiadas para este producto en los dos tipos de almacenamiento y en las dos condiciones establecidas. De su estudio podemos destacar:

### CÁMARA

En la coordenada  $L^*$  se observan valores superiores de las muestras con humectación durante los dos primeros días de ensayo. A partir de entonces, son los valores sin humectación los más altos. En los dos últimos días de ensayo, las diferencias existentes entre ambas condiciones disminuyen, obteniendo en ambos casos valores similares para esta coordenada. Es de destacar que las variaciones se producen en la muestra sin humectación, mientras que la que tiene humectación permanece estable durante todo el ensayo.

En la coordenada  $C^*_{ab}$  se pueden apreciar, en general, valores ligeramente inferiores en la condición de humectación que en la de sin humectación, lo que significa un color menos cromático en condición de humectación. En resumen, las diferencias son pequeñas entre ambos ensayos y también entre el cromatismo del color inicial y final.

La coordenada  $h_{ab}$  presenta un comportamiento similar en ambas condiciones, con un pequeño descenso continuado en el valor de esta coordenada en la condición de sin humectación. Se aprecia una evolución hacia tonos verde-amarillentos ligeramente más acusados en el caso de sin humectación.

## EXPOSITOR

En la coordenada  $L^*$  no se aprecia una diferencia clara entre ambas condiciones. Tanto con humectación como sin humectación se mantiene una tendencia y unos valores muy similares hasta el final del ensayo.

En la coordenada  $C^*_{ab}$  se pueden apreciar evoluciones similares en ambos casos, ligeramente superiores en la condición de humectación durante los primeros días que en la de sin humectación.

La coordenada  $h_{ab}$  presenta una evolución similar hasta el cuarto día con valores prácticamente idénticos para ambas condiciones. En este punto del ensayo, comienza un descenso de los valores en condición de sin humectación. Es decir se produce una evolución hacia tonos amarillentos en esta condición.

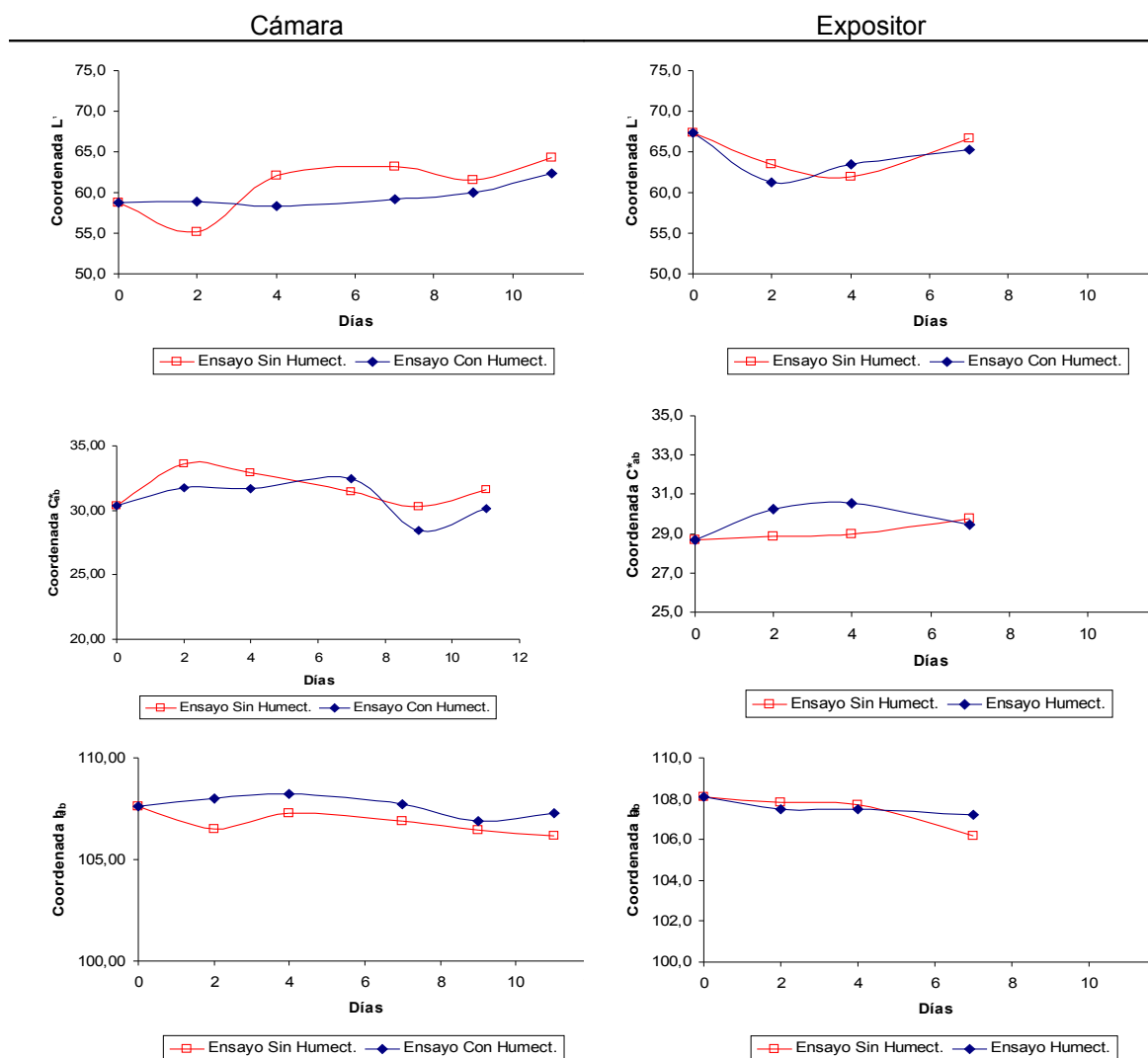


Figura 3.- Gráficas de la evolución de las coordenadas  $L^*$ ,  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$  en lechuga

## CONCLUSIONES

En las verduras almacenados en cámara de refrigeración las condiciones de humidificación contribuyeron a una mejor conservación del color, sobre todo en las judías y las lechugas. Por su parte el color de las coliflores presentó un comportamiento similar durante las dos semanas de ensayo sin que existieran diferencias reseñables entre ambas condiciones estudiadas.

En las conservadas en expositor a temperatura ambiente se apreciaron diferencias entre condiciones de humidificación y sin humidificación. Así, la coliflor y la judía mantuvieron un comportamiento colorimétrico prácticamente similar durante el ensayo con un mejor color durante este periodo en condición de humidificación. Por su parte, las lechugas situadas en los

expositores mantuvieron mejor color en condiciones de humidificación, derivado de una mayor intensidad del color verde de las mismas.

En resumen, los sistemas de humidificación favorecieron el mantenimiento del color de las verduras frescas almacenadas tanto en expositor como en cámara de refrigeración.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen a la empresa Aqualife la cesión de los sistemas *AFC-Sistema para Nebulización de Cámaras de Frío*, (Samarketing SL, Barcelona, España) y el *AFV-Sistemas de Humidificación para Frutas y Verduras* para la realización del ensayo, lo mismo que el soporte económico necesario mediante el proyecto OTEM100929. Igualmente agradecen a la Sociedad Cooperativa “El Raso” (Calahorra, La Rioja) su trabajo para facilitarnos la materia prima que nos ha permitido realizar el ensayo.