

FISIOLOGÍA POSCOSECHA DE ALBAHACA (*Occimum basilicum* L.) CON Y SIN ACOLCHADO

Verónica Núñez-López¹; Ma. Teresa Martínez-Damián^{2*}; Ma. Teresa Colinas-León².

¹Green Mex Produce S. P. R. de R. L. Miraflores Núm. 1, Col. Centro. Cd. Ayala, Morelos. C. P. 62709. MÉXICO.

²Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. km 38.5. Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México, C. P. 56230. MÉXICO.
Correo-e: teremd@gmail.com (*Autor para correspondencia).

RESUMEN

Con la finalidad de estudiar el efecto de las bajas temperaturas sobre la calidad poscosecha de albahaca (*Occimum basilicum* L.), producida con y sin acolchado, en atmósfera modificada, se cuantificó su comportamiento en almacenamiento a 0, 5, 7 y 20 °C, durante 16 días, en un diseño experimental completamente al azar, con tres repeticiones. La unidad experimental consistió en un manojo de hierbas de 30 g. Se evaluaron los sólidos solubles totales, acidez titulable, potencial de hidrógeno, clorofilas, carotenoides, contenido de amonio, color, pérdida de peso fresco, y además se realizó una evaluación hedónica, en donde se tomó en cuenta apariencia visual, turgencia, apariencia comercial, pudrición y amarillamiento. Hubo diferentes efectos de las temperaturas sobre la calidad poscosecha. La albahaca sufrió daños por frío a 0 °C. Sin embargo a 5 °C se incrementó la vida poscosecha y se conservaron sus características fisicoquímicas. El uso del acolchado no influyó en la calidad poscosecha.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: Bajas temperaturas, calidad, escala hedónica.

POSTHARVEST PHYSIOLOGY OF BASIL (*Occimum basilicum* L.) WITH AND WITHOUT MULCHING

ABSTRACT

In order to study the effect of low temperatures on postharvest quality of basil (*Occimum basilicum* L.), grown with and without mulching, under modified atmosphere, its behavior was quantified in storage at 0, 5, 7 and 20 °C, for 16 days using a completely randomized design with three replications. The experiment unit consisted of a 30 g herbal bundle. Total soluble solids, titratable acidity, hydrogen potential, chlorophylls, carotenoids, ammonium content, color, fresh weight loss were evaluated. A hedonic evaluation was carried out, taking into account the following elements: visual appearance, turgidity, trade dress, decay and yellowing. Temperatures provoked different effects on postharvest quality. Basil suffered chilling injury at 0 °C. However, postharvest life of basil increased and its physicochemical characteristics remained similar at 5 °C. Postharvest quality was not affected by the use of mulching.

ADDITIONAL KEYWORDS: low temperatures, quality, hedonic scale.

INTRODUCCIÓN

El consumo de hierbas aromáticas se ha incrementado debido a sus características organolépticas y beneficios que representa en la salud (Neves *et al.*, 2010), y la forma principal en que se comercializa es como producto fresco, sin que por ello no se presenten pérdidas poscosecha como parte de su alta perecebilidad y problemas de almacenamiento (Kenneth y Corey, 1989; Cantwell y Reid, 2002).

La temperatura es la característica ambiental poscosecha que tiene una gran importancia en la vida de almacenamiento de frutas y hortalizas, dado que todos los vegetales se deterioran después de que son cosechados (Do Nascimento y Pierre, 2003), siendo este deterioro para la mayoría de los productos agrícolas una función directa de la misma (Tonoiven *et al.*, 2004).

El uso de frío y de la humedad relativa durante el almacenamiento y transporte, constituyen una herramienta importante en la disminución del metabolismo y deshidratación, con las que se puede prolongar la vida de anaquel (Clydesdale, 1998; Do Nascimento, 2008), y es usado para remover el calor de campo tan rápidamente como sea posible, dado que es esencial para disminuir la velocidad de la tasa de deterioro de productos altamente perecederos, y el método utilizado está fuertemente determinado por el tipo de producto y la relación de beneficio económico (Thompson, 2003). Debido a lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de cuatro temperaturas de almacenamiento (0, 5, 7 y 20 °C) y 95 % de humedad relativa sobre la vida poscosecha de albahaca (*Occimum basilicum* L.) en función de su origen: con y sin acolchado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudió la albahaca (*Occimum basilicum* L.), variedad 'Nufar', que fue proporcionada por la empresa Glezte SPR de RI, localizada en Axochiapan, Morelos. La cosecha se realizó el 24 de septiembre del 2007. Las hierbas fueron llevadas a la empacadora donde se colocaron en bolsas de polietileno transparente (40 x 60 cm) en manojos de 500 gr aproximadamente. Estas bolsas tenían seis perforaciones por lado con diámetro de 1 cm, las cuales permanecieron durante 24 h a 10 °C. Posteriormente se colocaron las bolsas en cajas de cartón perforadas y se transportaron al Laboratorio de Fisiología de Frutales de la Universidad Autónoma Chapingo.

El diseño de tratamientos fue factorial 2 x 4. Se estudiaron los factores acolchado, con dos niveles (presencia, ausencia), y temperatura de almacenamiento, con cuatro niveles (0, 5, 7 y 20 °C). De esta manera, se generaron ocho tratamientos: 0 °C-C/A, 0 °C-S/A, 5 °C-C/A, 5 °C-S/A, 7 °C-C/A, 7 °C-S/A, 20 °C-C/A, 20 °C-S/A). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones por día de evaluación. La unidad experimental fue un manojito de hierbas de 30 g. Se evaluó el contenido de sólidos solubles totales, acidez titulable, pH, clorofila total,

INTRODUCTION

Herbs consumption has increased due to their organoleptic characteristics and benefits in health (Neves *et al.*, 2010); the main way they are marketed is as fresh products, presenting postharvest losses as part of their high perishability and storage problems (Kenneth y Corey, 1989; Cantwell and Reid, 2002).

Temperature is the postharvest environmental feature with great importance in the storage life of fruits and vegetables, because all vegetables deteriorate after they are harvest (Do Nascimento and Pierre, 2003), for most agricultural products, this deterioration is a direct function of harvesting (Tonoiven *et al.*, 2004).

The use of cold and relative humidity during storage and transport, constitute an important implement in decreasing metabolism and dehydration, which can prolong the shelf life (Clydesdale, 1998; Do Nascimento, 2008), and is used to remove field heat as quickly as possible, since it is essential to reduce the speed of the deterioration rate of highly perishable products; the most common methods is strongly determined by the type of the product and the economic benefit relationship (Thompson, 2003). Due to the foregoing, the present work aimed to evaluate the effect of four storage temperatures (0, 5, 7 and 20 °C) and 95 % relative humidity on the postharvest life of basil (*Occimum basilicum* L.) according to its origin: with and without mulching.

MATERIALS AND METHODS

Basil (*Occimum basilicum* L.), var. 'Nufar' was evaluated. It was provided by the Glezte SPR de RI Company located in Axochiapan, Morelos. Harvesting took place on September 24, 2007. Herbs were brought to the company, where they were placed in transparent polyethylene bags (40 x 60 cm) in bundles approximately of 500 gr. These bags had six perforations per side with a diameter of 1 cm; bags remained for 24 h at 10 °C. Then, bags were placed in perforated carton boxes and transported to the Fruit Physiology Laboratory of Universidad Autónoma Chapingo.

The treatment used was the 2 x 4 factorial design. The following factors were evaluated: mulching, with two levels (presence, absence) and storage temperature, with four levels (0, 5, 7 y 20 °C). In this manner, eight treatments were generated: 0 °C-C/A, 0 °C-S/A, 5 °C-C/A, 5 °C-S/A, 7 °C-C/A, 7 °C-S/A, 20 °C-C/A, 20 °C-S/A). A completely randomized design with three replications per evaluation day was used. A 30 g herbal bundle was the experimental unit. Total soluble solids content, titratable acidity, pH, total chlorophyll, carotenoids, ammonium content, color, weight loss were evaluated and an hedonic evaluation was conducted where the following elements were taken into account: visual appearance, turgidity, trade dress, decay and yellowing. Evaluations were carried out every four days in a total period of 16 days.

carotenoides, contenido de amonio, color, pérdida de peso, así como una evaluación hedónica donde se consideró la apariencia visual, turgencia, pudrición y amarillamiento. Las evaluaciones se llevaron a cabo cada cuatro días en un periodo total de 16 días.

El contenido de sólidos solubles totales y la acidez titulable se determinaron mediante la metodología propuesta por la AOAC (Anónimo, 1990), la cual consiste en tomar 10 g de pulpa y neutralizarla con NaOH 0.1 N. Se utilizó fenolftaleína como indicador. Los resultados se reportan en porcentaje de ácido cítrico. El pH se determinó mediante el uso de un potenciómetro digital (Cole-parmer mod 5985-80), con un electrodo de combinación. La clorofila total y carotenoides se determinaron de acuerdo con la técnica de Lichtenthaler (1987), la cual consiste en agregar 20 ml de acetona al 80 % más carbonato de sodio a una muestra picada de cinco gramos para albahaca. La determinación de amonio fue medida por el método colorimétrico de Weatherburn (1967), mediante una reacción fenolnitropus-side e hipoclorito alcalino. La medición del color se realizó con un colorímetro (Color Tec – PCM), el cual mide esta característica con una escala Hunter L*a*b, reportando los valores de cromaticidad, brillantez y tonalidad. Para medir la pérdida de peso fresco, se registró el peso inicial de 30 g para cada muestra antes de entrar en almacenamiento y se registró como peso final el obtenido en cada muestreo. Se utilizó una escala hedónica, en la que se evaluó la apariencia visual, la turgencia, la pudrición y el amarillamiento, y para poder analizar estas características se asignaron calificaciones de 1 a 5, de la forma siguiente: 1= malo, 2 = regular, 3 = bueno, 4 = muy bueno y 5 = excelente. Para cuantificar los diferentes caracteres, las muestras fueron almacenadas en un ultracongelador a -80 °C. Únicamente las determinaciones de color y los parámetros de la escala hedónica se registraron el día de análisis planteado.

Se utilizó el paquete estadístico SAS Versión 9.0 (Anónimo, 2002), con el que se realizó un análisis de varianza y una comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$). A las variables pérdida de peso, amarillamiento y pudrición se les realizó una transformación arcoseno para reducir los coeficientes de variación. Para la interpretación estadística de los resultados de la evaluación hedónica, se empleó el análisis normal, pues de acuerdo a Conover (1980), ambos procedimientos (análisis no paramétrico y normal) son similares.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sólidos solubles totales

El contenido de sólidos solubles totales (SST) mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) durante todo el periodo de muestreo, a excepción del muestreo a 16 días de almacenamiento (dda), donde la interacción de los niveles de temperatura de 0, 5, 7 y 20 °C y sin acolchado, generaron los valores más altos (Cuadro 1). La albahaca es una hierba y no posee tejidos de reserva que permitan la acumu-

Total soluble solids content and titratable acidity were determined by the methodology proposed by AOAC (Anonymous, 1990), which consist of taking 10 g pulp and neutralize it with NaOH 0.1 N. Phenolphthalein was used as indicator. Results are reported in citric acid percentage. The pH was determined with a digital potentiometer (Cole-parmer mod 5985-80), with a combination electrode. Total chlorophyll and carotenoids were determined according to the Lichtenthaler technique (1987), which consists of adding 20 ml acetone at 80 % and sodium carbonate to a 5 g minced basil sample. Ammonium determination was measured using the colorimetric method of Weatherburn (1967), by means of an alkaline hypochlorite/phenol nitroprusside reaction. Color measurement was obtained with a colorimeter (Color Tec – PCM), which measures this characteristic with a Hunter L*, a*, b* color scale, reporting chromaticity values, brightness and hue.

Initial weight (30 g) of each sample was recorded before storage and weight obtained in each sample was recorded as final weight to measure fresh weight loss. The hedonic scale was used taking into account visual appearance, turgidity, yellowing and decay. The following ratings, from 1 to 5, were assigned to analyze these characteristics: 1= bad, 2=regular, 3=good, 4 = very good and 5 =excellent. Samples were stored in an ultrafreezer at -80 °C to quantify the different characters. Only color and hedonic scale parameters were recorded on the day of analysis.

An analysis of variance and mean comparison test of Tukey ($P \leq 0.05$) were performed using the Statistical Analysis System version 9.0 (Anonymous, 2002).

An arcsine transformation was conducted in variables weight loss, yellowing and decay to reduce coefficients of variation. A normal analysis was employed for statistical interpretation of hedonic evaluation results, since according to Conover (1980); both procedures (nonparametric analysis and normal) are similar.

RESULTS AND DISCUSSION

Total Soluble Solids

Total soluble solids content (TSS) showed significant differences ($P \leq 0.05$) during the sampling period, except for the sample with 16 storage days, where the interaction of the levels at temperatures of 0, 5, 7 and 20 °C and without mulching generated the highest values (Table 1). Basil is an herb with no reserve tissues that enable the accumulation of sugars (Cantwell, 1992), so it was found that it may be related to the breathing process which permits increasing senescence (Nath *et al.*, 2006). Since this is an oxidative process, sugars and acids degrade (Shewfelt and Bruckner, 2003).

Titratable Acidity

Titratable acidity content showed significant differences ($P \leq 0.05$) between mulching levels and temperature (Table 2). Storage temperatures at 7 and 20 °C with and

CUADRO 1. Comparación de medias de efectos principales en albahaca sin acolchado y con acolchado almacenada a diferentes temperaturas.

TABLE 1. Mean comparison of main effects in basil with and without mulch stored at different temperatures.

| TRATAMIENTO/ TREATMENT | SST/TSS (%) | AT/TA (mg·100 g ⁻¹) | CT/TC (mg·100 g ⁻¹) | CARO (mg·100 g ⁻¹) | AMON/AMMON (mg·100 g ⁻¹) | L |
|--|-------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|--------------------|
| 0 días de almacenamiento/ storage days | | | | | | |
| 0 °C S/A WITHOUT/M | 5.67a | 0.697a | 1.46b | 87.31a | 0.0324a | 45.12a |
| 5 °C S/A WITHOUT/M | 5.17ab | 0.670abc | 1.30b | 71.55a | 0.0285a | 44.14a |
| 7 °C S/A WITHOUT/M | 5.33ab | 0.683ab | 1.51b | 77.32a | 0.4915a | 44.44a |
| 20 °C S/A WITHOUT/M | 5.83a | 0.697a | 1.39b | 65.69a | 0.2714a | 43.52a |
| 0 °C C/A WITH/M | 5.00ab | 0.616bcd | 2.68a | 71.12a | 0.0213a | 42.55a |
| 5 °C C/A WITH/M | 4.17b | 0.536e | 1.91ab | 81.50a | 0.0218a | 44.14a |
| 7 °C C/A WITH/M | 5.00ab | 0.603ecd | 1.56b | 70.70a | 0.0600a | 44.58a |
| 20 °C C/A WITH/M | 4.00b | 0.590ed | 1.92ab | 69.53a | 0.0629a | 44.51a |
| DMSH/LSD | 1.38 | 0.07 | 1.10 | 50.52 | 0.84 | 4.35 |
| 4 días de almacenamiento/ storage days | | | | | | |
| 0 °C S/A WITHOUT/M | 5.17 ^a | 0.764b | 1.35ab | 77.34a | 0.156a | 45.56a |
| 5 °C S/A WITHOUT/M | 4.33ab | 0.805b | 1.13b | 69.96a | 0.084a | 44.55a |
| 7 °C S/A WITHOUT/M | 5.00a | 0.966a | 1.30ab | 73.27a | 0.147a | 45.02a |
| 20 °C S/A WITHOUT/M | 5.00a | 0.992a | 1.09b | 66.85a | 0.212a | 44.67a |
| 0 °C C/A WITH/M | 4.50ab | 0.724b | 2.25a | 88.67a | 0.112a | 43.00a |
| 5 °C C/A WITH/M | 3.33b | 0.603c | 1.62ab | 84.91a | 0.045a | 44.39a |
| 7 °C C/A WITH/M | 3.83ab | 0.805b | 1.34ab | 73.31a | 0.149a | 45.51a |
| 20 °C C/A WITH/M | 3.50b | 0.805b | 1.545ab | 75.87a | 0.130a | 45.28a |
| DMSH/LSD | 1.35 | 0.10 | 1.03 | 48.49 | 0.18 | 4.03 |
| 8 días de almacenamiento/ storage days | | | | | | |
| 0 °C S/A WITHOUT/M | 4.50ab | 0.805d | 1.52a | 51.66a | 0.080a | 46.53a |
| 5 °C S/A WITHOUT/M | 3.167b | 0.898cd | 1.40a | 47.35a | 0.066a | 44.78ab |
| 7 °C S/A WITHOUT/M | 4.50ab | 1.099b | 1.53a | 47.94a | 0.118a | 46.18a |
| 20 °C S/A WITHOUT/M | 4.83a | 1.381a | 1.51a | 44.88a | 0.218a | 42.39b |
| 0 °C C/A WITH/M | 4.00ab | 0.818cd | 1.82a | 51.71a | 0.107a | 43.02ab |
| 5 °C C/A WITH/M | 3.33b | 0.764d | 1.88a | 58.40a | 0.050a | 44.70ab |
| 7 °C C/A WITH/M | 3.43ab | 0.966bc | 1.35a | 46.34a | 0.106a | 45.49ab |
| 20 °C C/A WITH/M | 3.33ab | 1.073b | 1.72a | 50.13a | 0.107a | 43.39ab |
| DMSH/LSD | 1.45 | 0.15 | 0.73 | 6.71 | 0.19 | 3.69 |
| 12 días de almacenamiento/ storage days | | | | | | |
| 0 °C S/A WITHOUT/M | 3.50ab | 0.992d | 1.41a | 98.47a | 0.172bc | 44.23 ^a |
| 5 °C S/A WITHOUT/M | 2.50b | 1.006d | 1.13a | 73.41a | 0.189bc | 44.79a |
| 7 °C S/A WITHOUT/M | 3.33ab | 1.153bc | 1.44a | 82.13a | 0.297ab | 44.12a |
| 20 °C S/A WITHOUT/M | 3.83a | 1.475a | 1.13a | 70.37a | 0.361a | 43.01a |
| 0 °C C/A WITH/M | 3.50ab | 0.912d | 1.64a | 102.53a | 0.107c | 39.91a |
| 5 °C C/A WITH/M | 2.83ab | 1.019cd | 1.65a | 95.56a | 0.072c | 42.55a |
| 7 °C C/A WITH/M | 3.00ab | 1.180b | 1.77a | 99.23a | 0.152c | 42.49a |
| 20 °C C/A WITH/M | 2.83ab | 1.354a | 1.77a | 98.70a | 0.289ab | 43.75a |
| DMSH/LSD | 1.26 | 0.15 | 0.96 | 48.54 | 0.13 | 5.91 |
| 16 días de almacenamiento/ storage days | | | | | | |
| 0 °C S/A WITHOUT/M | 3.00a | 1.15c | 2.87ab | 128.96a | 0.188ab | 42.47ab |
| 5 °C S/A WITHOUT/M | 2.33a | 1.21bc | 2.21ab | 99.72ab | 0.228ab | 44.63ab |
| 7 °C S/A WITHOUT/M | 2.83a | 1.25bc | 2.410ab | 107.30ab | 0.167ab | 41.68ab |
| 20 °C S/A WITHOUT/M | 3.00a | 1.93a | 1.25b | 64.20b | 0.131ab | 44.09ab |
| 0 °C C/A WITH/M | 3.17a | 1.03c | 2.39ab | 126.81a | 0.113b | 36.45b |
| 5 °C C/A WITH/M | 2.50a | 1.11c | 2.24ab | 99.22ab | 0.240ab | 45.61a |
| 7 °C C/A WITH/M | 2.50a | 1.31bc | 2.93a | 99.19ab | 0.473ab | 40.36ab |
| 20 °C C/A WITH/M | 2.50a | 1.50b | 2.48ab | 98.21ab | 0.508a | 43.72ab |
| DMSH/LSD | 1.12 | 0.31 | 1.67 | 60.43 | 0.38 | 8.65 |

*Medias con la misma letra dentro de columnas, son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$. DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; S/A: Sin acolchado; C/A: Con acolchado; SST: Sólidos solubles totales; AT: Acidez titulable; pH; CT: Clorofila total; CARO: Caroteno; AMON: Contenido de amonio; L: Brillantez.

*Means with the same letter within columns are equal according to the Tukey test at $P \leq 0.05$. LSD: Least Significant Difference; WITHOUT/A: without mulching; WITH/A with mulching; TSS: total soluble solids; TA: titratable acidity; pH; CT: total chlorophyll; CARO: Carotene; AMMON: Ammonium content; L: Brilliance.

lación de azúcares (Cantwell y Reid, 1993), por lo que se encontró puede estar relacionado con el proceso de respiración que permite incrementar el proceso de senescencia (Nath *et al.*, 2006). Al ser éste un proceso oxidativo, se degradan los pocos azúcares y ácidos que se encuentran presentes (Shewfelt y Bruckner, 2003).

Acidez titulable

El contenido de acidez titulable presentó diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los niveles de acolchado y temperatura (Cuadro 2). Las temperaturas de almacenamiento a 7 y 20 °C con y sin acolchado fueron las que presentaron los valores más altos de acidez titulable durante todo el periodo de almacenamiento, lo que confirma que el uso de bajas temperaturas en la conservación de productos vegetales mantiene sus características organolépticas con el menor número de cambios perceptibles en su calidad y comportamiento poscosecha (Kader y Salveit, 2003), donde la presencia o ausencia de acolchado no fue importante (Giovannoni, 2007). De forma adicional, autores como Soldevilla *et al.* (2002) reportan que el uso de sistemas de producción en la que se incluye el acolchado, representa la obtención de productos con mejor calidad fitosanitaria, sin que ello implique una mejora en su comportamiento fisiológico.

Clorofila total y carotenoides

Se encontró que los valores de clorofila total en los tratamientos mostraron un comportamiento estadísticamente semejante. Lo observado a los 0, 4 y 16 días de muestreo, en los cuales los tratamientos con temperaturas menores de almacenamiento tienen mayor contenido de clorofila, contrario a lo que se presentó en la albahaca almacenada a 20 °C, donde el contenido de clorofila fue siempre menor (Cuadro 1), recalca la importancia que tiene el uso de bajas temperaturas en el mantenimiento de las características de calidad (Rennie *et al.*, 2003). Lo anterior refuerza lo mencionado por Clydesdale (1998) y Wills *et al.* (1998), quienes señalan que la clorofila, por ser el compuesto primario del color, es la que en primera instancia se encuentra expuesta a la degradación por factores ambientales como la luz y la temperatura. De igual manera, estos resultados coinciden con Silva *et al.* (2005), quienes reportan que en albahaca almacenada a 10 °C se presentó una disminución en el contenido de clorofila durante el periodo de almacenamiento.

Con respecto a la presencia de carotenoides en albahaca, se observó que no hubo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) durante la mayor parte del periodo de evaluación, a excepción del último día, donde, en general, la albahaca almacenada a 20 °C exhibió menor contenido de carotenoides con respecto a la albahaca almacenada a 0 °C. Este resultado no coincide con lo reportado por Martínez y Cantwell (2002), quienes en un estudio sobre espinaca almacenada a baja temperatura encontraron los menores contenidos de este pigmento a menor temperatura.

without mulching showed the highest values of titratable acidity during the entire store period, confirming that the use of low temperatures in the preservation of vegetable products maintains their organoleptic characteristics with few perceptible changes in quality and postharvest behavior (Kader and Salveit, 2003) where the presence or absence of padding was not significant (Giovannoni, 2007). Moreover, authors like Soldevilla *et al.* (2002) report that the use of production systems which includes mulching, represents obtaining phytosanitary products with better quality, without implying an improvement in their physiological behavior.

Total Chlorophyll and Carotenoids

Total chlorophyll values in treatments showed a similar statistically behavior, observed at 0, 4 and 16 storage days, where treatments with lower storage temperatures have greater chlorophyll content, contrary to that observed when basil was stored at 20 °C, where chlorophyll content was always lower (Table 1), showing the importance of the use of low temperatures to maintain quality characteristic (Rennie *et al.*, 2003). This supports that mentioned by Clydesdale (1998) and Wills *et al.* (1998), who note that chlorophyll, for being a primary color compound, is the first element that is exposed to degradation by environmental factors such as light and temperature. Similarly, these results agree with Silva *et al.* (2005), who reported that basil stored at 10 °C showed a reduction in chlorophyll content during the storage period.

With respect to the presence of carotenoids in basil, no significant differences ($P \leq 0.05$) were observed for most of the evaluation period, except for the last storage day, where, in general, basil stored at 20 °C exhibited lower carotenoids content with respect to basil stored at 0 °C. This result agrees with that reported by Martínez and Cantwell (2002), who in a study of spinach stored at low temperature, they observed that at lower temperature, the content of this pigment is lower.

Ammonium Content

The presence of ammonium content was higher in those plants stored at room temperature (20 °C) and without mulching during the whole storage period. This agrees with that reported by Weichman (1987), who mentions that at temperatures above 10 °C, higher content of nitrate in vegetables stored for some time is detected and that nitrates, nitrites and amino acids are the main nitrogen components that provoke changes in stored vegetables.

Color

According to mean comparisons (Tables 1 and 2), it is observed that factors temperature and mulching affected significantly ($P \leq 0.05$) the components of color (brightness, chrome and hue of color). However, in the case of the color brilliance the effect of treatments was not so clearly observed. The opposite occurred for, chromaticity

CUADRO 2. Comparación de medias (continuación) de efectos principales en albahaca sin acolchado y con acolchado almacenada a diferentes temperaturas.**TABLE 1. Mean comparison of main effects in basil with and without mulch stored at different temperatures.**

| TRATAMIENTO/ TREATMENT | C | AH/HUE | AV/VA | TURG | COM/MAK (%) | AMAR/ YELL (%) | PUD/ DEC (%) | PP/WL (%) |
|--|---------|---------------------|-------|--------|----------------|-------------------|-----------------|--------------|
| 0 días de almacenamiento/ storage days | | | | | | | | |
| 0 °C S/A WITHOUT/M | 24.31a | 112.07 ^a | 5.00a | 5.00a | 100.00a | 0.00 | ---- | ---- |
| 5 °C S/A WITHOUT/M | 24.13a | 112.62a | 5.00a | 5.00a | 100.00a | 0.00 | ---- | ---- |
| 7 °C S/A WITHOUT/M | 25.90a | 113.71a | 5.00a | 5.00a | 100.00a | 0.00 | ---- | ---- |
| 20 °C S/A WITHOUT/M | 24.41a | 113.16a | 5.00a | 5.00a | 100.00a | 0.00 | ---- | ---- |
| 0 °C C/A WITH/M | 28.23a | 116.93a | 5.00a | 5.00a | 100.00a | 0.00 | ---- | ---- |
| 5 °C C/A WITH/M | 26.23a | 112.41a | 5.00a | 5.00a | 100.00a | 0.00 | ---- | ---- |
| 7 °C C/A WITH/M | 27.24a | 118.07a | 5.00a | 5.00a | 100.00a | 0.00 | ---- | ---- |
| 20 °C C/A WITH/M | 28.77a | 115.69a | 5.00a | 5.00a | 100.00a | 0.00 | ---- | ---- |
| DMSH/LSD | 5.84 | 9.34 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | ---- | ---- |
| 4 días de almacenamiento/ storage days | | | | | | | | |
| 0 °C S/A WITHOUT/M | 24.83a | 112.57 ^a | 4.00b | 5.00a | 60.00c | ---- | ---- | 4.70b |
| 5 °C S/A WITHOUT/M | 24.50a | 113.07a | 5.00a | 5.00a | 80.00b | ---- | ---- | 7.47b |
| 7 °C S/A WITHOUT/M | 26.52a | 113.95a | 4.00b | 3.33cd | 60.00c | ---- | ---- | 21.64a |
| 20 °C S/A WITHOUT/M | 24.16a | 114.40a | 4.00b | 4.67ab | 60.00c | ---- | ---- | 2.70b |
| 0 °C C/A WITH/M | 28.63a | 117.16a | 1.00c | 1.00e | 0.00d | ---- | ---- | 3.47b |
| 5 °C C/A WITH/M | 26.75a | 113.12a | 5.00a | 5.00a | 100.00a | ---- | ---- | 2.40b |
| 7 °C C/A WITH/M | 26.49a | 113.20a | 5.00a | 4.00bc | 66.67c | ---- | ---- | 3.23b |
| 20 °C C/A WITH/M | 26.68a | 114.58a | 4.00b | 3.00d | 80.00b | ---- | ---- | 9.13b |
| DMSH | 5.33 | 8.11 | 0.00 | 0.82 | 11.54 | ---- | ---- | 11.23 |
| 8 días de almacenamiento/ storage days | | | | | | | | |
| 0 °C S/A WITHOUT/M | 25.15ab | 114.35 ^a | 3.00b | 4.00ab | 0.00d | 0.00b | 0.00c | 6.02b |
| 5 °C S/A WITHOUT/M | 24.19ab | 116.67a | 5.00a | 5.00a | 40.00b | 0.00b | 0.00c | 8.94b |
| 7 °C S/A WITHOUT/M | 23.88ab | 110.99a | 3.00b | 1.67d | 60.00a | 0.00b | 10.00b | 25.31a |
| 20 °C S/A WITHOUT/M | 21.57b | 114.61a | 1.00d | 2.00cd | 20.00d | 26.67a | 0.00c | 2.95b |
| 0 °C C/A WITH/M | 25.74ab | 113.48a | 1.33d | 1.00d | 0.00d | 0.00b | 0.00c | 2.66b |
| 5 °C C/A WITH/M | 26.77ab | 164.72a | 3.00b | 2.00cd | 0.00d | 0.00b | 0.00c | 7.26b |
| 7 °C C/A WITH/M | 25.76ab | 114.68a | 3.00b | 3.00bc | 60.00a | 0.00b | 20.00a | 3.46b |
| 20 °C C/A WITH/M | 29.30a | 107.07a | 2.00c | 2.00cd | 66.67a | 0.00b | 0.00c | 6.37b |
| DMSH/LSD | 6.27 | 86.89 | 0.58 | 1.15 | 11.54 | 11.54 | 0.00 | 7.59 |
| 12 días de almacenamiento/ storage days | | | | | | | | |
| 0 °C S/A WITHOUT/M | 24.27ab | 113.73a | 3.00b | 3.00b | 0.00c | 0.00b | 0.00e | 7.30bc |
| 5 °C S/A WITHOUT/M | 23.69ab | 114.09a | 4.00a | 4.00a | 40.00a | 0.00b | 10.00ed | 11.01bc |
| 7 °C S/A WITHOUT/M | 24.72ab | 111.59ab | 2.00c | 1.00d | 40.00a | 0.00b | 20.00cd | 20.24a |
| 20 °C S/A WITHOUT/M | 23.72ab | 116.35a | 1.00d | 1.00d | 0.00c | 53.33a | 60.00a | 5.16bc |
| 0 °C C/A WITH/M | 21.90ab | 103.61b | 1.00d | 1.00d | 0.00c | 0.00b | 0.00e | 4.86bc |
| 5 °C C/A WITH/M | 26.03ab | 110.53ab | 2.00c | 2.00c | 40.00a | 0.00b | 33.33bc | 13.00ab |
| 7 °C C/A WITH/M | 21.19b | 110.03ab | 2.00c | 2.00c | 40.00a | 0.00b | 20.00cd | 3.62c |
| 20 °C C/A WITH/M | 29.11a | 112.97a | 1.00d | 1.00d | 20.00b | 0.00b | 46.67ab | 8.28bc |
| DMSH | 7.83 | 9.13 | 0.00 | 0.58 | 0.00 | 11.54 | 16.32 | 8.78 |
| 16 días de almacenamiento/ storage days | | | | | | | | |
| 0 °C S/A WITHOUT/M | 23.21a | 113.53 ^a | 2.33b | 2.00a | 0.00b | 0.00d | 0.00e | 4.89b |
| 5 °C S/A WITHOUT/M | 23.16a | 111.19a | 3.00a | 2.00a | 20.00a | 0.00d | 20.00d | 9.76b |
| 7 °C S/A WITHOUT/M | 25.16a | 110.89a | 2.00b | 1.67a | 0.00b | 0.00d | 33.33dc | 19.08ab |
| 20 °C S/A WITHOUT/M | 26.33a | 116.40a | 1.00c | 1.00b | 0.00b | 80.00a | 80.00a | 5.92b |
| 0 °C C/A WITH/M | 20.85a | 103.18a | 1.00c | 1.00b | 0.00b | 0.00d | 0.00e | 4.77b |
| 5 °C C/A WITH/M | 28.66a | 108.84a | 1.00c | 1.00b | 0.00b | 20.00c | 60.00b | 5.82b |
| 7 °C C/A WITH/M | 22.88a | 110.36a | 1.00c | 1.00b | 0.00b | 0.00d | 46.67bc | 9.61b |
| 20 °C C/A WITH/M | 25.11a | 116.02a | 1.00c | 1.00b | 0.00b | 40.00b | 80.00a | 33.85a |
| DMSH | 10.08 | 13.69 | 0.58 | 0.58 | 0.00 | 19.99 | 16.32 | 14.93 |

^aMedias con la misma letra dentro de columnas, son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$. DMSH: Diferencia mínima significativa honesta; S/A: Sin acolchado; C/A: Con acolchado; C: Cromaticidad; HUE: Tonalidad (°), AV: Apariencia visual; TURG: Turgencia; COM: Porcentaje de planta comercializable; AMAR: Porcentaje de amarillamiento; PUD: Porcentaje de pudrición; PP: Pérdida de peso.

^aMeans with the same letter within columns are equal according to the Tukey test at $P \leq 0.05$. LSD: Least Significant Difference; WITHOUT/A: without mulching; WITH/A with mulching; C: chromaticity; Hue: Hue (°); VA: Visual appearance; TURG: turgor; MAK: percentage of marketable plants; YELL: percentage of yellowing; DEC: decay percentage; WL: weight loss.

Contenido de amonio

Se determinó que la presencia de amonio fue mayor en aquellas plantas almacenadas a temperatura ambiente (20 °C) y sin acolchado durante todo el periodo de almacenamiento. Esto coincide con lo reportado por Weichman (1987), quien menciona que a temperaturas mayores a 10 °C se detectan altas cantidades de nitrito en los vegetales almacenados por algún tiempo, y que los nitratos, nitritos y aminoácidos son los principales componentes nitrogenados que producen cambios en los vegetales almacenados.

Color

De acuerdo con las comparaciones de medias (Cuadro 1 y 2), se observa que los factores temperatura y acolchado afectaron de forma significativa ($P \leq 0.05$) a los componentes de color (brillantez, cromaticidad y tonalidad del color). Sin embargo, en el caso de la brillantez del color no se presentó de manera evidente el efecto de los tratamientos. Caso contrario se manifestó en cromaticidad y tonalidad de color, donde la temperatura de almacenamiento a 20 °C fue la que más incidió a los 8 y 12 dda, aunque no se logró detectar que la presencia o ausencia de acolchado haya sido importante en el comportamiento de estas variables. Los cambios en la coloración se vinculan principalmente a la degradación de la clorofila, provocada por cambios físicos y químicos implicados en el proceso de senescencia (Laurila y Avvenainen, 2002), así como a la síntesis o manifestación de otros pigmentos como carotenoides y antocianinas, entre otros (Clydesdale, 1998; Kevany *et al.*, 2007).

Pérdida de peso

Como se observa en los datos que se muestran en el Cuadro 2, referidos a pérdida de peso, se encontró que la albahaca almacenada a 7 °C y sin acolchado presentó a los 4, 8 y 12 dda una pérdida continua de peso menor al 25.31 %, pero a los 16 dda la albahaca almacenada a 20 °C y con acolchado, mostró un decremento drástico del 33.85 % de su peso. Esto se vincula a la superficie y volumen de las hojas de la albahaca, puesto que a una mayor temperatura se vuelve más susceptible a la pérdida de agua y deshidratación (Cantwell y Reid, 1993). Sin embargo, estos resultados difieren de lo reportado por Makhoulouf *et al.* (1989) y Forney *et al.* (1989), quienes mencionan que en almacenamiento con una humedad relativa cercana a la saturación, con una temperatura de 5 °C alcanza el 4.5 % al cabo de tres semanas mientras que a 1 °C, al cabo de dos semanas la disminución de peso se reduce al 1.5 %.

Escala hedónica

Dentro de la escala hedónica, en la segunda evaluación la albahaca sin acolchar almacenada a 5 °C, y con acolchado a 5 y 7 °C, destacó por su mejor apariencia visual, mientras que la planta con acolchado almacenada a 0 °C presentó la peor apariencia visual. En las siguientes evaluaciones la albahaca sin acolchar destacó por su mejor apariencia visual.

and hue of color, where the storage temperature of 20 °C was the highest impact at 8 and 12 storage days, although it was not possible to detect if the presence or absence of mulching had influence on the behavior of these variables. Color changes are linked mainly to chlorophyll degradation, caused by physical and chemical changes involved in the senescence process (Laurila and Avvenainen, 2002), and the synthesis or manifestation of other pigments such as carotenoids and anthocyanins, among others (Clydesdale, 1998; Kevany *et al.*, 2007).

Weight loss

As it is seen in data shown in Table 2, related to weight loss, it was found that basil stored at 7 °C and without mulching showed a continuous loss of weight lower than 25.31 % at 4, 8 and 12 storage days, but at 16 storages days, basil stored at 20 °C and with mulching showed a drastic decrease of 33.88 % of its weight. This is linked to the surface volume of basil leaves, since basil becomes more susceptible to the loss of water and dehydration when temperature increases (Cantwell and Reid, 1993). However, these results differ from those reported by Makhoulouf *et al.* (1989) and Forney *et al.* (1989), who mentioned that storage with relative humidity close to saturation, with a temperature of 5 °C reaches 4.5 % after three weeks, while at 1 °C, after two weeks weight loss will be reduce to 1.5 %.

Hedonic scale

Basil without mulching stored at 5 °C, and with mulching at 5 and 7 °C, stood out because of its visual appearance in the second evaluation within the hedonic scale; while basil with mulching stored at 0 °C showed the worst visual appearance. Basil without mulching stood out due to its best visual appearance in the evaluation without mulching.

Basil with mulching stored at 0 °C showed less turgidity at 4 and 8 storage days. Basil without mulching stored at 5 °C showed the best turgidity at 8 and 12 storage days. In the last evaluation, turgidity of plants without mulching stored at 0, 5 and 7 °C was higher than the others. In the second evaluation (4 storage days) basil with mulching stored at 5 °C had higher percentage of marketable plant (100 %) than that stored at 0 °C with the same origin, and in the next evaluation (8 storage days), basil with and without mulching stored at 7 and 20 °C and basil without mulching stored at 7 °C showed higher percentage. Basil stored at 5 and 7 °C with and without mulching showed higher percentage of marketable plant at 12 storage days. In the last assessment (16 storage days) only basil without mulching stored at 5 °C showed the higher percentage of marketable plant. However, it was not acceptable, since only 20 % of the plant could be marketed. Basil without mulching stored at 20 °C recorded the highest percent of yellowish at 8, 12 and 16 storage days. Decay percentage in the third evaluation (8 storage days) was higher in basil with mulching stored at 7 °C, and in the next assessments, basil from both

En lo que respecta a la turgencia, a los 4 y 8 dda la albahaca con acolchado almacenada a 0 °C mostró menos turgencia. A los 8 y 12 dda la albahaca sin acolchar almacenada a 5 °C destacó por presentar la mejor turgencia. En la última evaluación, la turgencia de la planta sin acolchado almacenada a 0, 5 y 7 °C fue superior a las demás. En la segunda evaluación (4 dda) la albahaca con acolchado almacenada a 5 °C, obtuvo mayor porcentaje de planta comercializable (100 %) que la almacenada a 0 °C con el mismo origen, y en la siguiente evaluación (8 dda) la albahaca con y sin acolchado almacenada a 7 y 20 °C y la albahaca sin acolchado mantenida a 7 °C registró mayor porcentaje. A los 12 dda la albahaca almacenada a 5 y 7 °C con y sin acolchado mostró mayor porcentaje de planta comercializable. En la última evaluación (16 dda) sólo la albahaca sin acolchado almacenada a 5 °C mostró mejor porcentaje de planta comercializable. Sin embargo, éste ya no fue aceptable, pues tan solo un 20 % de la planta se podía comercializar. En el porcentaje de amarillamiento a los 8, 12 y 16 dda, la albahaca sin acolchado almacenada a 20 °C registró el más alto porcentaje de amarillamiento. El porcentaje de pudrición en la tercera evaluación (8 dda) fue mayor en la albahaca con acolchado almacenada a 7 °C, y en las siguientes evaluaciones, la albahaca de ambos orígenes mantenida a 20 °C, destacó por presentar el mayor porcentaje de pudrición. En un estudio similar (Rizzo y Muratore, 2009), con apio, mostró pérdida de intensidad de color y pérdida de 3 % de peso, a 4 °C durante 35 días. Al evaluar diferentes periodos de almacenamiento a 0 y 5 °C, Park *et al.* (2000), encontraron que la pérdida de peso era menor al 5 %. Los resultados obtenidos en amarillamiento son lógicos, pues de acuerdo a Namesny (1993), cuando se disminuye la temperatura y se mantiene una humedad relativa alta, se presentan las condiciones óptimas para evitar el amarillamiento.

La menor pudrición a bajas temperaturas se debe a que los microorganismos reducen su actividad a bajas temperaturas y a humedades cercanas al punto de saturación (98 a 100 %) Namesny (1993) y Banwart (1989). En este experimento la humedad relativa (HR) manejada fue de 95 %. Además, en el proceso respiratorio, los microorganismos consumen oxígeno y liberan CO₂ en la atmósfera, y a lo largo del periodo de almacenamiento, hay una acumulación excesiva de CO₂ en la atmósfera y, por esto, el ambiente desfavorece el crecimiento de microorganismos aeróbicos obligados (Banwart, 1989). En un estudio similar López y Runkle (2008), al evaluar la influencia en las características morfológicas y fisiológicas de New Guinea impatiens (*Impatiens hawkeri*) "Harmony White" en almacenamiento a bajas temperaturas, encontraron que la calidad visual declinaba linealmente con el incremento en los días de almacenamiento y temperatura. Cantwell y Reid (1993) encontraron que, bajo condiciones experimentales, la calidad visual de la albahaca a los 10 días de almacenamiento a 10 °C, fue excelente y se mantuvo en buenas condiciones después de cuatro semanas a esta misma temperatura.

origins stored at 20 °C, stood out due to their high decay percentage. In a similar study (Rizzo and Muratore, 2009), with celery, showed loss of color intensity and 3 % weight loss at 4 °C for 365 days. By evaluating different periods of storage at 0 and 5 °C Park *et al.* (2000), found that weight loss was less than 5 %. Results obtained in yellowing are logical, because according to Namesny (1993), when temperature decreases and relative humidity stays high, optimal conditions to prevent yellowing are present.

The lowest decay at low temperatures is due to microorganisms which reduce their activity at low temperatures and humidity close to saturation point (98 to 100 %) Namesny (1993) and Banwart (1989). In this experiment relative humidity (RH) was 95 %. Moreover, in the breathing process, the microorganisms consume oxygen and release CO₂ into the atmosphere, and along storage period, there is an excessive accumulation of CO₂ in the atmosphere and, therefore, the environment discourages the growth of aerobic microorganisms required (Banwart, 1989). In a similar study López and Runkle (2008), when they assessed the influence on morphological and physiological characteristics of New Guinea impatiens (*Impatiens hawkeri*) "Harmony White" stored at low temperatures, they found that the visual quality declined linearly with declined linearly as the storage days and temperature increased. Cantwell y Reid (1993) found that under experimental conditions, the visual quality of basil after 10 storage days at 10 °C was excellent, and kept in good conditions after four week at this temperature.

CONCLUSIONS

Basil (*Ocimum basilicum* L.) had chilling damages at 0 °C, and its biochemical characteristics were preserved at 5 and 7 °C. Postharvest quality was preserved in very good conditions at 5 °C for eight days. The best temperature evaluated was 5 °C and the use of mulching does not influence the postharvest quality of basil.

End of English Version

CONCLUSIONES

La albahaca (*Ocimum basilicum* L.) sufrió daños por frío a 0 °C, y sus características bioquímicas se conservaron mejor a 5 y 7 °C. Su calidad poscosecha se conserva muy bien a 5 °C hasta por ocho días. De las temperaturas evaluadas, la mejor fue la de 5 °C y el uso del acolchado no influye en la calidad poscosecha de la albahaca.

LITERATURA CITADA

- ANÓNIMO. 1990. Official Methods and Analysis. Official Analytical Chemists (AOAC). W. Sidney (Ed). Washington, D. C. 1094 p.
- ANÓNIMO. 2002. SAS/STAT users guide: Statics, VER. 9 th ed., vol. 1 and 2, SAS institute, Inc Cary, N. y U. S. A.

- BANWART, G. J. 1989. Basic Food Microbiology. 2 ed. New York. Van Nostrand Reinhold. 773 p.
- CANTWELL, M. I.; REID, M. S. 1993. Postharvest physiology and handling of fresh culinary herbs. *Journal Herb Spices & Medicinal Plants* 1: 93-127.
- CANTWELL, M. I.; REID, M. S. 2002. Postharvest physiology and handling of fresh herbs. pp 327-331 *in: Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Kader, A. (ed). Publication 3311 University of California Davis. División of Agriculture and Natural Resources. California, USA.
- CLYDESDALE, F. M. 1998. Color: origin, stability, measurement, and quality, pp. 1-16. *In: Food Storage Stability*. TAUB, A. I.; SINGH, P.R. (eds). CRC Press, LLC. Florida, USA.
- CONOVER, W. J. 1980. Practical Nonparametric Statistics. Wiley, New York, 493 p.
- DO NASCIMENTO, N. M. C. 2008. Color atlas of postharvest: quality of fruits and vegetables. Blackwell Publishing. Singapore City, Singapore. 448 p.
- FORNEY, C. F.; RIIJ, R. E.; ROSS, S. R. 1998. Measurement of broccoli respiration rate in film-wrapped packages. *HortScience* 24(1): 111-113.
- GIOVANNONI, J. J. 2007. Fruit ripening and its manipulation, pp. 278-295. *In: Senescence Processes in Plants: Annual Plants Reviews*. GAN, S. (ed.). Blackwell Publishing, Ltd. New York, USA.
- KADER, A. A.; SALTVEIT, E. M. 2003. Respiration and Gas Exchange, pp. 1-23. *In: Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables*. BARTZ, J. A.; BRENCHEIT, J. K. (eds.). Marcel Dekker, Inc. New York, USA.
- KENNETH A.; COREY, F. 1989. Postharvest preservation of fresh herbs, fundamentals and projects. *The herb, Spice and Medicinal Plants Digest* 7: 2-4.
- KEVANY, M. B.; TIEMAN, D. M.; TAYLOR, M.G.; CIN, V. D.; KLEE, H. J. 2007. Ethylene receptor degradation controls the timing of ripening in tomato fruit. *The Plant Journal* 51: 458-467.
- LAURILA, E.; AHVENAINEN, R. 2002. Minimal processing in practice: fresh fruits and vegetables, pp. 219-238. *In: Minimal Processing Technologies in the Food Industry*. OHLSSON, T.; BENGTTSSON, N. (Eds.). Woodhead Publishing, Ltd. Cambridge, England.
- LICHTENTHALER, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids, Pigments of Photosynthetic Biomembranes. *In: Methods in enzymology* Vol. 148. Packer, L. and Donce, R. (eds.). Academic Press Inc. London and New York. Pp 351-379.
- LÓPEZ, G. R.; RUNKLE, S. E. 2008. Low-temperature storage influences morphological and physiological characteristics of nonrooted cuttings of New Guinea impatiens (*Impatiens hawkeri*). *Postharvest biology and Technology* 50: 95-102.
- MAKHLOUF, J.; CASTAIGNE, F.; ARUL, J.; WILEMOT, C.; GOSSELIN, A. 1989. Long-term storage of broccoli under controlled atmosphere. *Hortscience* 24: 637-639.
- MARTÍNEZ D., M. T.; CANTWELL, M. 2002. Cambios de calidad en espinaca almacenada en atmosferas controladas. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 8: 49-62.
- NAMESNY, V. A. 1993. Postrecolección de Hortalizas. Volumen 1. Ediciones de Horticultura, S. L. Barcelona, España. 330 p.
- NATH, P.; TRIVEDI, K. P.; SANE, V. A.; SANE, A. P. 2006. Role of ethylene in fruit ripening, pp. 151-176. *In: Ethylene Action in Plants*. KHAN, A.N. (Ed.). Springer-Verlag. Heidelberg, Germany.
- NESVES A., V.; PICCHI G., D.; APARECIDA, D. M. 2010. Some biochemical of polyphenoloxidase from spearmint (*Mentha arvensis*). *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 52: 1001-1010.
- PARK, K.; KANG, E.; YANG, E.; JUNG, J. 2000. Effects of film package and storage temperature on the quality of parsley in modified atmosphere storage. *Acta Horticulturae* 483.
- RENNIE, T. J.; VIGNEAULT, C.; DEELL, J. R.; VIJAYA, R. G. S. 2003. Cooling and storage, pp. 505-538. *In: Postharvest Technology: Cereals, Fruits, Vegetables, Tea, and Spices*. CHAKRAVERTY, A.; MUJUMDA, R. S. A.; RAGHAVAN, S. G. V.; RAMASWAMY, H. S. (eds.). Marcel Dekker, Inc. New York, USA.
- RIZZO, V.; MURATORE. 2009. Effects of packaging on shelf life of fresh celery. *Journal of Food Engineering*. 90: 124-128.
- SHEWFELT, R. L.; RÜCKNER, B. 2003. Fruit and vegetable quality. Technomic Publishing Company Inc. Pennsylvania, USA. 330 p.
- SILVA, F.; SILVA, S, R. H. 2005. Basil conservation affected by cropping season, harvest time and storage period. *Pesq. Agropec. Bras.* 40: 323-328.
- SOLDEVILLA, C. S.; PEÑA, L. A.; SOLIS, M. F.; VÁZQUEZ, R. T.; COLINAS, L. M. T. 2002. Aplicación al suelo de CO₂, uso de acolchados plásticos y sistemas de manejo en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 8: 25-38.
- THOMPSON, K. A. 2003. Fruit and Vegetables: Harvesting, Handling and Storage. Blackwell Publishing, Ltd. New York, USA. 482 p.
- TONOIVEN P., M. A. 2004. Postharvest storage procedures and oxidative stress. *HortScience* 39: 938-942.
- WEALTHARBURN M. W. 1967. Phenol-hypochlorite reaction for ammonia determination. *Anal. Chem.* 39(8): 971-974.
- WEICHMANN, J. 1987. Postharvest physiology of vegetables. Marc Dokker Inc. New York, USA. 597 pp.
- WILLS, R. B.; McGLASSON; GRAHAM D.; JOYCE D. 1998. Postharvest CAB. International. Wallingford, UK. 262 p.