

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS, MICROBIOLÓGICOS Y SENSORIALES DE RADICCHIOS (*CHICHORIUM INTYBUS* L. VAR. *FOLIOSUM*) ENVASADOS MEDIANTE IV GAMA

EVALUATION OF PHYSICAL, MICROBIOLOGICAL AND SENSORY PARAMETERS OF RADICCHIOS CANNED THROUGH THE IV GAMA

Nelson Loyola López¹; Paulina Calquín Correa¹; Rodolfo Norambuena Aguayo¹

RESUMEN

El presente trabajo evaluó el comportamiento del envasado de radicchio (*Chichorium intybus* L. var. *foliosum*), con el sistema de IV Gama. Esta hortaliza fue donada por la Empresa Vital Berry S.A. y los envases por la Empresa HYC. El ensayo se realizó en el Laboratorio de la Universidad Católica del Maule, Curicó, y en el Centro de Estudios Postcosecha de la Universidad de Chile, Santiago.

Los objetivos del ensayo fueron determinar la vida útil del radicchio al ser envasado en dos tipos de bolsas (HYC y SJI) y en distintas concentraciones de gases (T_0 : 0,03%CO₂-21%O₂, T_1 : 25%CO₂-10%O₂ y T_2 : 16%CO₂-12%O₂). Se efectuó una evaluación sensorial al final del almacenamiento refrigerado con 2 °C y 95% H.R. para medir diferentes atributos organolépticos y la aceptabilidad del radicchio envasado por parte de 13 panelistas entrenados.

Se analizaron los siguientes parámetros: Peso de la bolsa, concentración de gases, color de la hortaliza, aparición de patógenos. En la evaluación sensorial, se midieron los siguientes atributos: Sabor, color, olor, textura, apariencia y aceptabilidad.

Los resultados indican que el tratamiento T_2B_1 con 16% CO₂ y 12% O₂, resultó ser la mejor concentración para conservar el radicchio envasado con la técnica de IV gama.

En la evaluación sensorial de apariencia y aceptabilidad, los panelistas otorgaron los mayores puntajes al tratamiento T_2B_1 , indicando que la muestra les gustó moderadamente.

En la evaluación sensorial de los atributos organolépticos, el tratamiento mejor evaluado fue T_1B_1 con 25% CO₂ y 10% de O₂, en donde los panelistas identificaron y reconocieron los atributos sabor amargo, color púrpura, olor insípido y textura suave.

Palabras clave: *Chichorium intybus*, IV gama, evaluación sensorial.

ABSTRACT

This study evaluated the behavior of the packaging process of radicchio (*Chichorium intybus* L. var. *foliosum*), with the system of the IV range. This vegetable was donated by the company Vital Berry S.A. and the packages by HYC. The study was completed in the Laboratories of the Universidad Católica del Maule, Curicó and the Universidad de Chile's Center for Post-harvest Studies, Santiago.

The objectives of the study were to determine the shelf life of radicchio, which were to be packed in two types of bags (HYC and SJI) and in different concentrations of gases (T_0 : 0,03%CO₂-21%O₂, T_1 : 25%CO₂-10%O₂ and T_2 : 16%CO₂-12%O₂). A sensory evaluation at the end of the refrigerated storage with 2 °C and 95% H.R. to measure different organic attributes and the acceptability of the packaged radicchio by 13 trained panelists.

The following parameters were analyzed: Weight of the bags, concentration of gases, color of the vegetable, and the appearance of pathogens. In the sensory evaluation the following attributes were measured: Flavor, color, smell, texture, appearance, and acceptability.

The results indicate that the treatment T_2B_1 with 16% CO₂ and 12% O₂, resulted to be the largest concentration to conserve the radicchio packed with the IV range technique.

In the sensory evaluation of appearance and acceptability the panelist granted the best points to the T_2B_1 treatment, indicating that the sample was moderately pleasing. In the sensory evaluation of the organic attributes the best evaluated treatment was T_1B_1 with 25% CO₂ and 10% of O₂, in which the panelists identified and favorably recognized the bitter flavor, purple color, bland smell, and smooth texture.

Key words: *Chichorium intybus*, the IV range, sensory evaluation.

¹ nloyola@ucm.cl Universidad Católica del Maule, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Departamento de Ciencias. Carmen 684 Casilla 7-D Curicó.

INTRODUCCIÓN

A mediados de los ochenta, estudios de mercados externos realizados en CORFO y la Pontificia Universidad Católica de Chile señalaron que el radicchio, desconocido en Chile, era de alto precio en muchos países, por lo que se introdujeron semillas de variedades de interés, se investigó el cultivo y los productores desarrollaron las tecnologías requeridas para exportar un producto de calidad comparable o superior a la observada en los mercados externos².

El radicchio se caracteriza por formar naturalmente a inicios de Otoño un cogollo apretado de entre 250 g y 500 g, con hojas de intenso color púrpura en las láminas y blanco en las nervaduras. En cuanto a los índices de cosecha, la madurez se basa en el tamaño comercial, después de que se haya alcanzado un cierto número de días base entre 75 a 85 días (Suslow y Cantwell, 2004).

El cultivo ha tenido una expansión hasta alcanzar una superficie cultivada cercana a las 150 ha/año, las que se concentran en las regiones Metropolitana y V; la producción nacional se orienta principalmente a la exportación a Estados Unidos, Canadá y Europa. En la temporada 2002-2003 se exportaron 269.240 cajas de radicchio (Sin autor, 2004), las cuales corresponden a cajas de 10 kg, siendo utilizados como un componente de ensaladas procesadas frescas³.

El radicchio se usa principalmente en ensaladas frescas, por sus características organolépticas, entre las que destacan su aporte de color a los platos y su típico sabor amargo.

La falta de tiempo y la incomodidad en la preparación ya no son excusas para eliminar de la dieta alimentos frescos como hortalizas y frutas, por lo que el radicchio se procesa mediante la técnica de IV Gama o producto mínimamente procesado (Pretel *et al.*, 1994).

La hortaliza cruda está lista para ser consumida sin aquellas partes no comestibles, perfectamente lavadas, peladas y, en algunos casos, trozadas, rebanadas o ralladas. Posteriormente, se envasa en atmósfera modificada, garantizando una duración mínima de siete días para su consumo. Se envasa en

forma individual o mezclada con otras hortalizas, en bolsas o bandejas (Fraga y Díaz, 2004).

Debido al bajo consumo de hortalizas en Chile y particularmente al que se tiene del cultivo de los radicchios y su forma de consumo, se plantea la alternativa de procesarlos mediante la técnica de IV Gama, con el fin de presentar el producto en bolsas y facilitar su preparación para ser vendido en supermercados o restaurantes, enfocado al consumo nacional.

HIPÓTESIS:

El sistema de envasado IV Gama mantendría los parámetros físicos, microbiológicos y las características organolépticas del radicchio (*Chichorium intybus* L. var. *foliosum*).

Objetivo general:

Evaluar el envasado de radicchios mediante la técnica de IV Gama a través de mediciones instrumentales y sensoriales.

Objetivos específicos:

- Evaluar la concentración de dióxido de carbono y oxígeno en las bolsas de radicchios refrigeradas con la técnica de IV Gama, utilizando un cromatógrafo de gases.
- Evaluar el color de los radicchios almacenados con el sistema de IV Gama de modo instrumental, usando un colorímetro.
- Identificar microorganismos patógenos por medio de metodología microbiológica en los radicchios almacenados con la técnica de IV Gama.
- Evaluar la apariencia y aceptabilidad de radicchios envasados por medio de panelistas entrenados.
- Evaluar la incidencia del sistema de IV Gama en los atributos sensoriales; sabor, color, olor y textura, mediante el uso de panelistas entrenados.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Laboratorio de la Universidad Católica del Maule, Campus Nuestra Señora del Carmen, Curicó, VII Región, ubicado en el paralelo 34° 59' Latitud Sur y Meridiano 71°

² Krarup, 2002.

³ Quiroga, D. 2004. Comunicación Personal. Coordinadora Asociación Exportadores de Chile.

15' Longitud Oeste. Entre los días 25 de mayo y 13 de junio del año 2005.

Se utilizaron radicchios donados por la Empresa Vital Berry S.A, ubicada en la localidad de Quilicura, Región Metropolitana, los cuales fueron cosechados el 16 de mayo de 2005 y almacenados en cámara refrigerada a 0 °C⁴ (Elissetche, J. 2005).

Se usó un testigo (T_0), con dos tratamientos (T_1 y T_2).

- Los tratamientos T_1 y T_2 correspondieron a dos tipos de envases; bolsas de plástico de permeabilidad selectiva, marca HYC, las cuales fueron facilitadas por dicha empresa y San Jorge Impresores (SJI) de la Región Metropolitana, y que permitieron configurar bolsas del mismo tamaño.

- Tres mezclas de gases para el radicchio envasado con el sistema de IV Gama fueron calculados por regla de tres, según el volumen disponible de la bolsa. La inyección de CO_2 se realizó con una selladora al vacío modelo VC 999 Tagler, siendo el CO_2 proporcionado por la Empresa Vitivinícola Los Robles S.A. de Curicó (Cuadro 1 y 2).

Para realizar el ensayo las hortalizas se sometieron a las condiciones de almacenamiento siguientes: Temperatura: 2 °C, Humedad Relativa: 95%, siendo las hortalizas almacenadas y refrigeradas por 20 días (Figura 1).

Las evaluaciones, tanto sensoriales como instrumentales, se realizaron el día 0 y 20, después del almacenamiento refrigerado.

Cuadro 1

Información técnica de los envases HYC y SAN JORGE IMPRESORES

Envase	Características
HYC Bolsa: PE 70 μ	Baja permeabilidad al vapor de agua Baja permeabilidad al oxígeno Resistencia a la tensión y elongación a la ruptura Rango de sello recomendado
SAN JORGE IMPRESORES Bolsa: FF 604 de 200 μ UPVC*/70 μ LDPE**	* UPVC: Policloruro de vinilo, en su forma no plastificada, proporciona materiales barrera superiores. ** LPDE: Polietileno de baja densidad, permeabilidad baja al vapor de agua.

Fuente: Parry, 1995; Ponce, 2002.

Cuadro 2

Tipo de atmósferas y envases a usar en el diseño experimental

	Atmósferas	Envases
Testigo (T_0)	0,03% CO_2 , 21% O_2	Bolsa HYC- SAN JORGE IMPRESORES (SJI)
Tratamiento (T_1)	25% CO_2 , 10% O_2	Bolsa HYC- SAN JORGE IMPRESORES (SJI)
Tratamiento (T_2)	16% CO_2 , 12% O_2	Bolsa HYC- SAN JORGE IMPRESORES (SJI)

Fuente: Madrid *et al.*, 1997.

⁴ Elissetche, J. 2005. Comunicación personal. Jefe Control de Calidad. Vital Berry Marketing S.A. Quilicura. Chile.

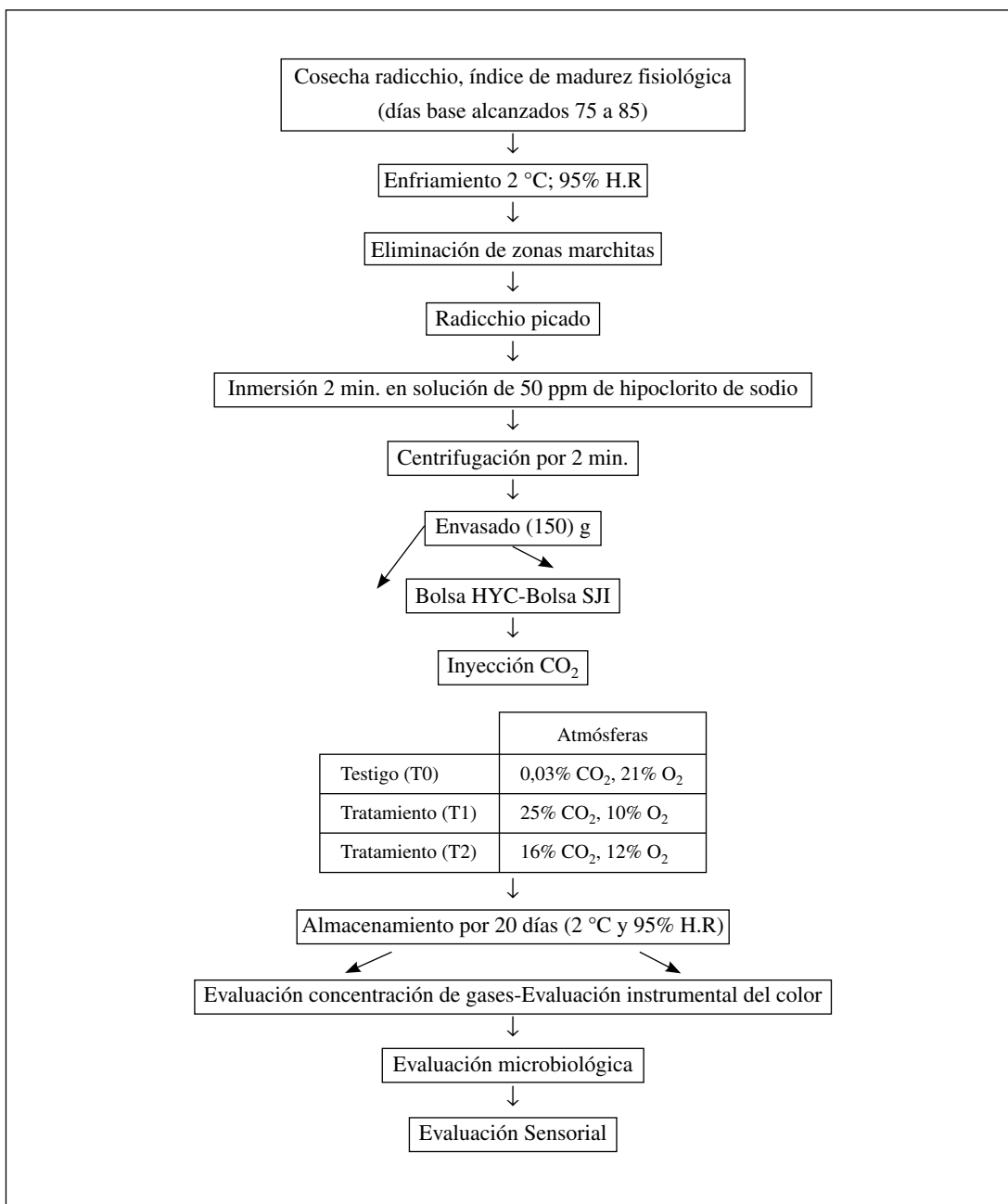


Figura 1. Línea de flujo del proceso de radicchio en bolsas de permeabilidad selectiva, almacenadas por 20 días.

Parámetros medidos:

1. Peso hortaliza: Se realizó en el Laboratorio de la Universidad Católica del Maule, Curicó. Se usó una balanza de precisión modelo Precisa 2.200c. El peso inicial de cada bolsa fue de 150 g, posteriormente se hizo un seguimiento
2. Concentración de gases: Se realizó en el Centro de Estudios Postcosecha de la Universidad de Chile en Santiago, midiendo con un Cromatógrafo de Gases 5890 Series II. Se analizaron las 18 bolsas y para ello, a los 20 días

de la pérdida de peso los días 5, 10, 15 y 20 de almacenamiento refrigerado.

de almacenamiento, se extrajo la concentración de gases con una jeringa y luego se inyectó al cromatógrafo (Figura 2).

3. Color de la hortaliza: Medición efectuada en el Laboratorio de Control de Calidad de la Empresa Agrozzi en Teno, Provincia de Curicó. Para medir el color se usó un Colorímetro Hunter Lab modelo DP-9000 (Figura 3). Se hizo una pasta de radicchio picado en la juguera con 50 mL de agua destilada, para primeramente medir una muestra de radicchio fresco, sin envase y con ello calibrar la máquina, luego, el día 21, después de almacenamiento refrigerado se midió el color de las 18 bolsas.

El espacio de colores, según la medición instrumental de Hunter L, a y b, es el que simula un espacio de color rectangular de tres dimensiones basada en la teoría de los colores opuestos:

- Valor L (Luminosidad) –0 es negro y 100 es blanco.
 - Valor a, rojo a verde, indica matices desde el rojo a verde; los valores positivos son los tonos rojos, mientras que los valores negativos son tonalidades verdes, considerando al 0 como el neutro.
 - Valor b, indica tonos desde azul a amarillo, siendo los valores positivos de colores azules; mientras que los valores negativos son más bien tonos amarillos y 0 es el neutro⁵.
4. Respecto de la identificación de patógenos. Esta se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la Universidad Católica del Maule en Talca. Fue necesario aprender técnicas microbiológicas, con el fin de realizar una correcta metodología. El entrenamiento consistió en que se utilizaron pinzas y tijeras, las que se esterilizaron, pasándolas por un mechero en cada oportunidad y a usar la cámara de flujo laminar. A continuación se describe la metodología realizada:

Selección de las muestras: Se procedió a seleccionar a aquellas bolsas con radicchios que presentaban signos de alteración por microorganismos o aquellas hojas que manifestaron cambios de color con tendencia al oscurecimiento en sectores comúnmente blancos de nervaduras y tallos.

Las muestras (20 g) provenían de los tratamientos: T₀B₁R₃, T₀B₂R₃, T₁B₂R₃ y T₂B₂R₃.

Cámara húmeda: En un ambiente aséptico generado por la cámara de flujo laminar se procedió a montar 4 cámaras húmedas, para lo cual se usó una caja de plástico transparente con tapa de 12 cm x 12 cm cada una con trozos de radicchios provenientes de las bolsas seleccionadas que mostraban alteraciones del producto envasado. Las cuatro cámaras húmedas fueron incubadas a 20 °C ± 1 °C en una estufa marca Memmert, durante 7 días (Agrios, 1996).

Cultivo de hongos: Se procedió a abrir cada una de las cámaras húmedas con el fin de obtener una muestra que luego se sembró en 2 placas con agar papa dextrosa (PDA). Se sembraron en total 8 placas Petri (Figuras 4 y 5). Las muestras se incubaron a 25 °C en una estufa Memmert, durante 7 días (Agrios, 1996).



Figura 2. Análisis de gases realizado con un cromatógrafo.

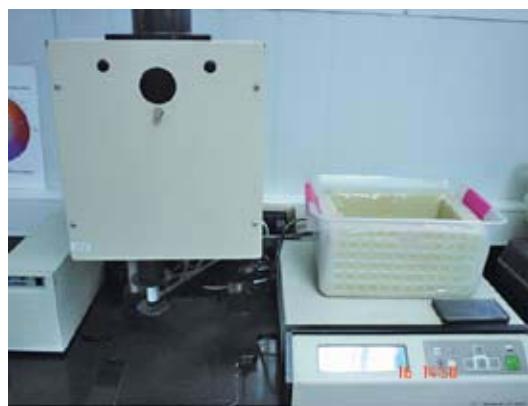


Figura 3. Colorímetro Hunter Lab, usado para medir color.

⁵ Sin autor, 2005.



Figura 4. Preparación de cámaras húmedas.

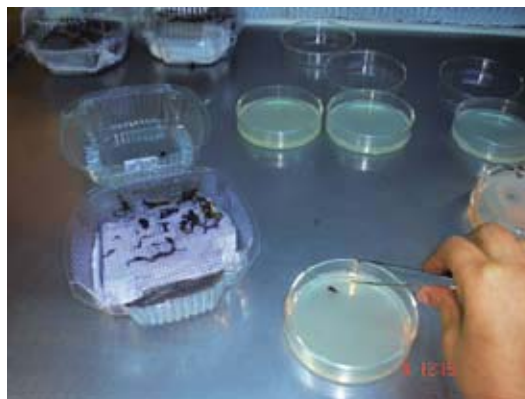


Figura 5. Siembra en placas Petri.



Figura 6. Evaluación sensorial del radicchio.



Figura 7. Panelista en la evaluación sensorial del radicchio.

Identificación de hongos: Se utilizó un microscopio modelo Olympus CH40 y el estudio de las colonias y sus estructuras microscópicas se realizó con la ayuda de esquemas taxonómicos (Barnett and Hunter, 1987; Latorre, 1988; Agrios, 1996).

Transcurridos los 20 días de almacenamiento refrigerado se realizó una evaluación sensorial, mediante el uso de cartillas de evaluación, tanto estructuradas como no estructuradas y que contó con la participación de 13 panelistas para reconocer sabores, colores, olores y texturas. Los panelistas midieron la intensidad de los distintos atributos y además fueron consultados respecto de su grado de aceptación del producto.

Se le pidió a cada juez o panelista que luego de su primera impresión respondiera cuánto le agradó o desagradó el producto, utilizando una pauta no estructurada con líneas de respuesta de 1 cm a 13 cm (Figuras 6 y 7).

Los resultados de la evaluación se recopilieron en cartillas de evaluación sensorial y luego se trasladaron a un programa estadístico para interpretar y comparar resultados. Esta pauta incluyó los siguientes atributos:

- Sabor
- Color
- Olor
- Textura

La determinación sensorial se realizó con panelistas o jueces que evaluaron el radicchio envasado, según una cartilla de evaluación sensorial no estructurada, en la que indicaron el grado de intensidad de los atributos medidos (Cuadro 3).

La apariencia y aceptabilidad se midieron a través de una escala numérica, método para medir

preferencias. Se le pidió al juez o panelista que luego de su primera impresión respondiera cuánto le agrada o desagrada el producto, lo que informó de acuerdo a una escala verbal-numérica del tipo estructurada y que varía en una escala de 1 a 9 puntos (Cuadro 4).

El presente ensayo utilizó el diseño experimental Modelo Factorial de 3 x 2, con 3 tratamientos (T_0 - T_1 - T_2) y 2 factores; envases HYC y San Jorge Impresores (SJI) con tres repeticiones, siendo la unidad experimental correspondiente a 150 g de radicchios en 1 bolsa (1.500 mL). Las medias de los resultados fueron sometidas, a excepción del color e incidencia de patógenos, a un análisis de varianza (ANDEVA) y en los casos en que se detectaron diferencias significativas se realizó la

prueba de rango múltiple de Tuckey a los niveles de significación de 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PESO (G) DE LA BOLSA DE RADICCHIO:

La disminución del peso en los tratamientos presentó diferencias significativas, como puede observarse en la Figura 8. El tratamiento T_2B_1 fue el que mostró un mayor peso, por lo tanto esta muestra tuvo una menor pérdida de agua y humedad. Para reducir las pérdidas de humedad de las hortalizas frescas se puede conseguir mediante el envasado en atmósfera modificada (Parry, 1995).

Cuadro 3

Cartilla evaluación sensorial de atributos organolépticos del radicchio envasado, con el sistema de IV Gama

Muestra: _____ N° Panelista: _____ Fecha: _____	
Para cada uno de los atributos evalúe la intensidad percibida, colocando una cruz en la línea adjunta. Se utilizará una pauta no estructurada de 13 cm de largo de la línea.	
Parámetros	Evaluación
Sabor	-----
Levemente amargo	Intensamente amargo
Color	-----
Claro	Oscuro (púrpura)
Olor	-----
Insípido	Fuerte aroma
Textura	-----
Suave	Áspera
Observaciones:	-----

* Adaptado de Stone y Sidel (1993).

Cuadro 4
Cartilla evaluación sensorial de apariencia y aceptabilidad
del radicchio envasado, con el sistema de IV Gama

Muestra: _____ N° Panelista: _____ Fecha: _____

Para cada muestra, luego de su primera impresión, responda cuánto le agrada o desagrada el producto, evalúe la muestra de 1 a 9 utilizando la escala adjunta y marque con un círculo el número elegido.

APARIENCIA:

9. Me gusta extremadamente
8. Me gusta mucho
7. Me gusta moderadamente
6. Me gusta levemente
5. No me gusta ni me disgusta
4. Me disgusta levemente
3. Me disgusta moderadamente
2. Me disgusta mucho
1. Me disgusta extremadamente

ACEPTABILIDAD:

9. Me gusta extremadamente
8. Me gusta mucho
7. Me gusta moderadamente
6. Me gusta levemente
5. No me gusta ni me disgusta
4. Me disgusta levemente
3. Me disgusta moderadamente
2. Me disgusta mucho
1. Me disgusta extremadamente

* Adaptado de Witting (1990).

El peso más bajo se observó en el testigo (T_0B_2), por lo que las concentraciones usadas de CO_2 y O_2 lograron mantener el peso de las bolsas con el sistema de IV Gama. La utilización de películas poliméricas permeables para modificar la concentración de la atmósfera gaseosa de un envase ofrece enormes posibilidades para aumentar la vida útil de los productos (Wiley, 1997). Las bolsas HYC lograron mantener el peso en los tres tratamientos, que en promedio fue de 149,23 g, por lo que la permeabilidad al vapor de agua de las bolsas HYC fue eficiente, en cambio, radicchios mantenidos en las bolsas SJI resultaron en valores menores del

orden de 148,44 g. En consideración a las características técnicas de ambas bolsas, anteriormente descritas en el Cuadro 1, se puede entender que las bolsas SJI presentaron permeabilidad baja al vapor de agua, lo que indica que la información técnica entregada por sus fabricantes es similar a los resultados obtenidos.

CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO:

El análisis de la concentración de dióxido de carbono demostró que en general no hubo diferencias

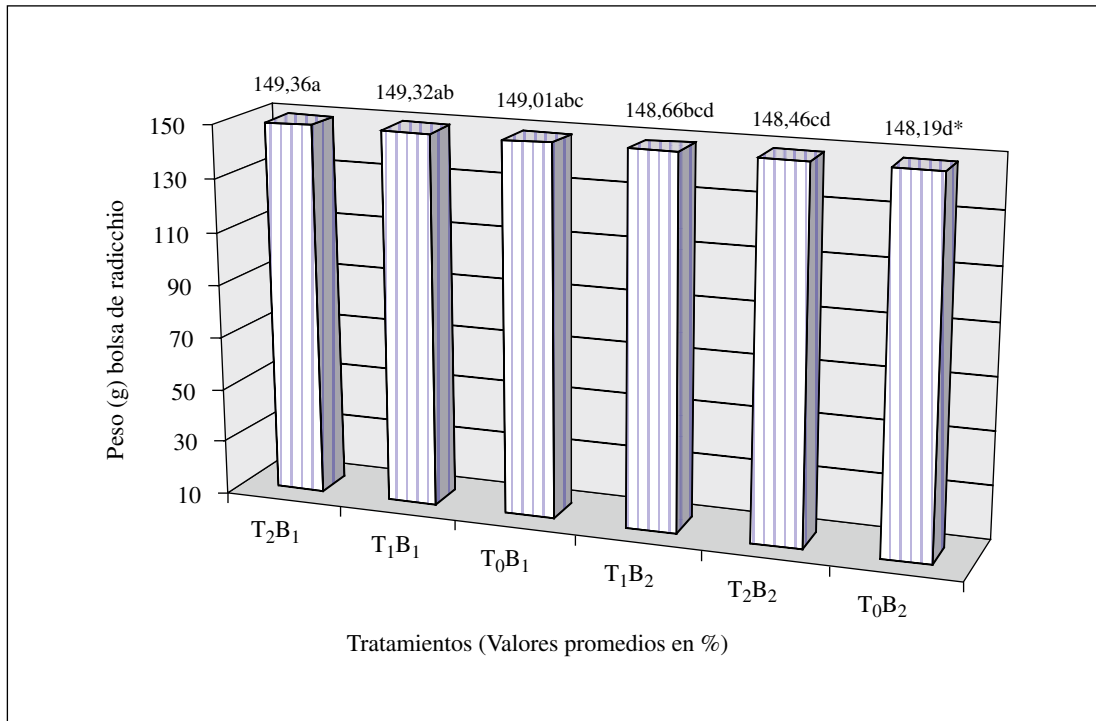


Figura 8. Disminución de peso (g) de las bolsas de radicchio refrigerado por 20 días.

* Los promedios sin una letra en común son significativamente diferentes por Tuckey a un nivel de 0,05.

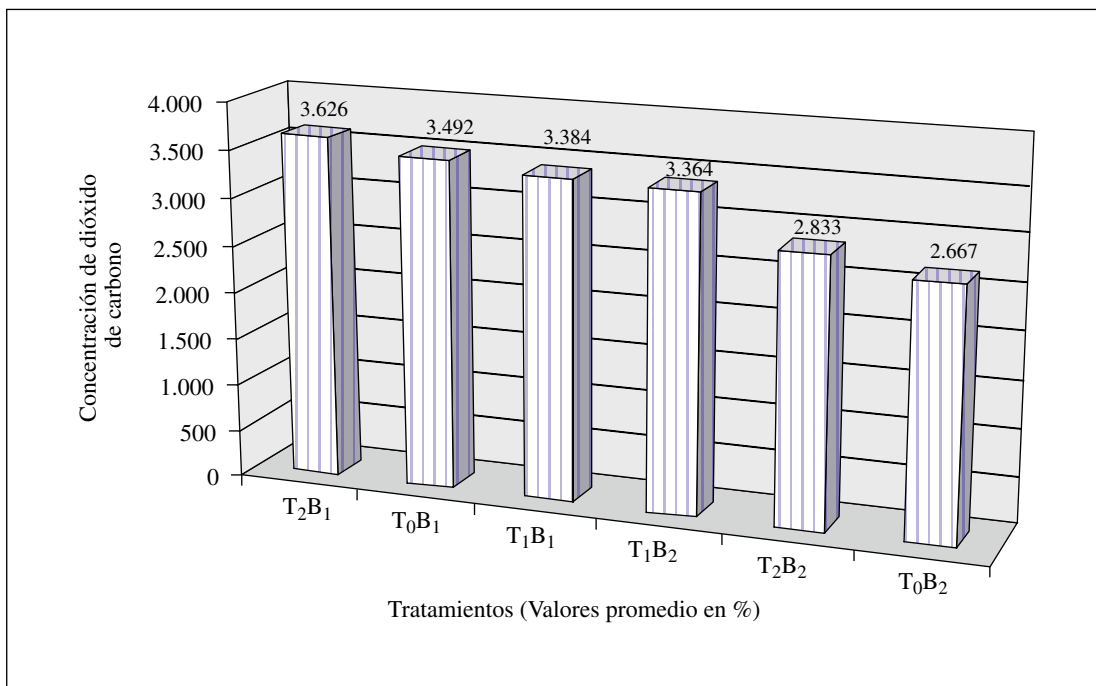


Figura 9. Variación de la concentración de CO₂ en las bolsas de radicchio refrigerado al día 20 de almacenamiento.

Los promedios sin letras no tienen diferencias significativas (N.S), según Tuckey a un nivel de 0,05.

significativas en los tratamientos, ya que en todos hubo pérdida de este gas por la permeabilidad de las bolsas utilizadas. Estos resultados concuerdan con estudios realizados en hortalizas de hoja, como coles de Bruselas y repollo (Brody, 1996). Se observó que el tratamiento T_2B_1 mantuvo la concentración de CO_2 , considerando que se inyectó un 16%. Por otro lado, el CO_2 logró inhibir la decoloración y el marchitamiento de la hortaliza (Figura 9). Los tres tratamientos correspondientes a las bolsas HYC obtuvieron los valores más altos de CO_2 , por lo que las bolsas HYC lograron mantener una mayor concentración de este gas, y las bolsas SJI presentaron en los tres tratamientos los valores menores de CO_2 , lo que indica que estas bolsas fueron más permeables, perdiendo una mayor concentración de CO_2 .

CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO:

Se pueden observar diferencias significativas, ya que el O_2 disminuyó desde un 12% a 5,17% en el tratamiento T_2B_1 , siendo los resultados obtenidos indicativos de que la bolsa HYC fue más efectiva, ya que mantuvo en un rango óptimo la concentración

de O_2 en el envase; además la información técnica de las bolsas HYC menciona permeabilidad al O_2 , lo que demuestra que esta bolsa mediante la reducción de O_2 permite mantener hortalizas como radicchio en buenas condiciones organolépticas. Lo anterior fue comprobado por los panelistas, quienes establecieron preferencias por este mismo tratamiento, tanto en el parámetro apariencia como aceptabilidad; en concordancia con los autores, cuanto menor sea la permeabilidad de la película, menor será el nivel final del O_2 (Arthey y Dennis, 1992). Si el O_2 descendiera a concentraciones extremadamente bajas se puede iniciar la respiración anaeróbica (Parry, 1995). El testigo (T_0B_2) presentó una mayor permeabilidad al O_2 , lo que demuestra que la bolsa SJI fue menos indicada para el almacenamiento de radicchio. Lo anterior se fundamenta en los atributos sabor, color, olor y textura, cuya apreciación por los panelistas fue de un producto de menor calidad (Figura 10).

COLOR DEL RADICCHIO:

– Valor L (Luminosidad): Como se observa en la Figura 11, el parámetro L obtuvo valores

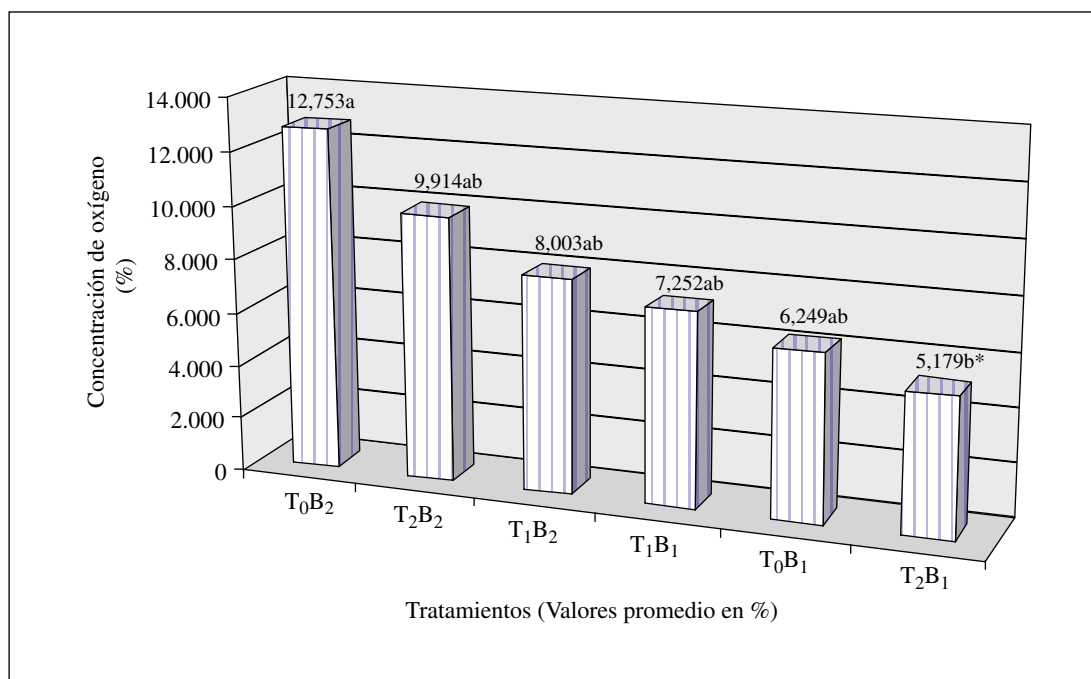


Figura 10. Variación de la concentración de O_2 en las bolsas de radicchio refrigerado al día 20 de almacenamiento.

* Los promedios sin una letra en común son significativamente diferentes por Tuckey a un nivel de 0,05.

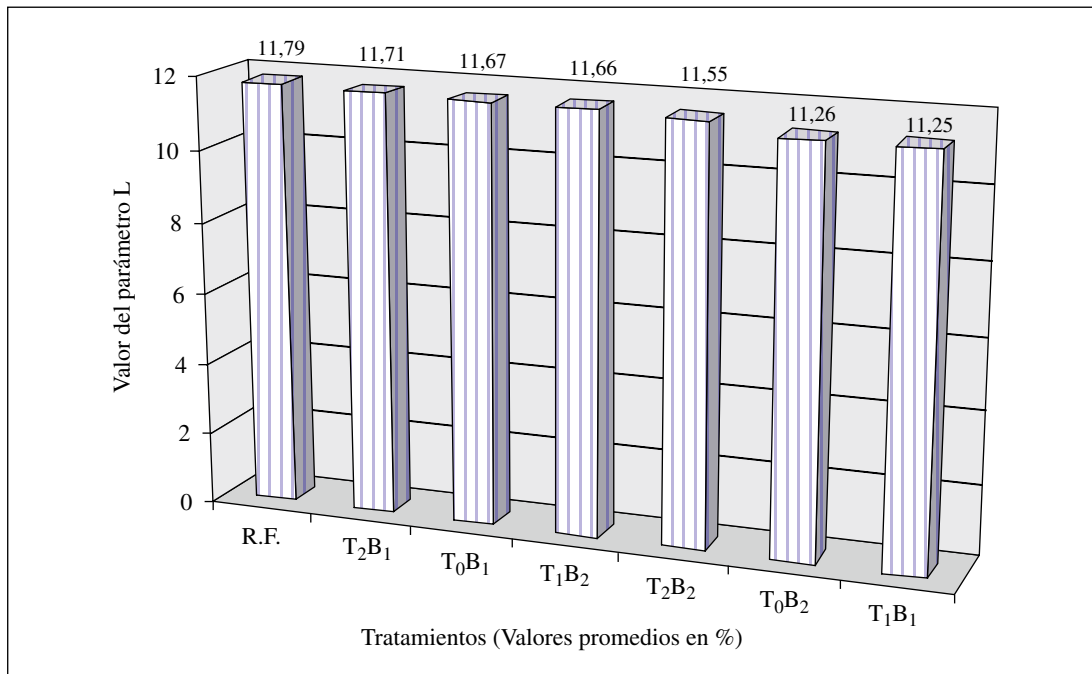


Figura 11. Resultados muestra de radicchio fresco y valor L.

* Los promedios sin una letra en común son significativamente diferentes por Tuckey a un nivel de 0,05.

similares en todos los tratamientos con un valor promedio de 11,52 y correspondientes a un rojo de tonalidades brillantes, pero aquel que más se acercó a las características exigidas en el radicchio fresco fue el tratamiento T₂B₁, con un valor de 11,71 y una luminosidad que destacó el rojo del producto.

- Valor a: Respecto de la intensidad de los tonos rojizos, la Figura 12 permite ver que radicchios sometidos a los 6 tratamientos obtuvieron en general valores similares del orden de 8,94, destacándose con una tendencia mayor el tratamiento T₂B₁ (a = 9,81), dado que las bolsas HYC por sus características técnicas y la concentración de 16% de CO₂ y 12% de O₂ permitieron mantener el color del radicchio envasado y obtener valores similares a la muestra del radicchio fresco. El tratamiento T₀B₂, que correspondió a la bolsa SJI, permitió obtener un tono rojizo menor (a = 6,8), por lo que las bolsas SJI no contribuyeron a mantener o mejorar este atributo.
- Valor b: Al igual que los otros espacios de colores medidos con el sistema Hunter Lab, presentaron valores similares entre sí y correspondientes

en promedio a 5,21 (Figura 13). También se observó que el valor del tratamiento T₂B₁ fue similar al valor obtenido en la muestra de color efectuada al radicchio fresco. Las bolsas HYC y la concentración de 16% de CO₂ y 12% de O₂ permitieron mantener el color del radicchio almacenado con el sistema de IV Gama y lograr valores similares a la muestra tomada en el radicchio fresco (b = 5,78).

INCIDENCIA DE HONGOS FITOPATÓGENOS:

Los géneros de hongos encontrados fueron *Botrytis sp.* y *Penicillium sp.* (Figuras 14, 15, 16 y 17). Ambos géneros están dentro del complejo de hongos que aparecen comúnmente en postcosecha de hortalizas y en particular en radicchio (Suslow y Cantwell, 2004). Se presenta la incidencia de hongos fitopatógenos en el Cuadro 6, observándose que los tratamientos correspondientes a la Bolsa SJI presentaron signos de microorganismos, lo que se relaciona con una menor aceptación de los atributos sensoriales, como color y olor, al igual que una menor valoración de apariencia y aceptabilidad

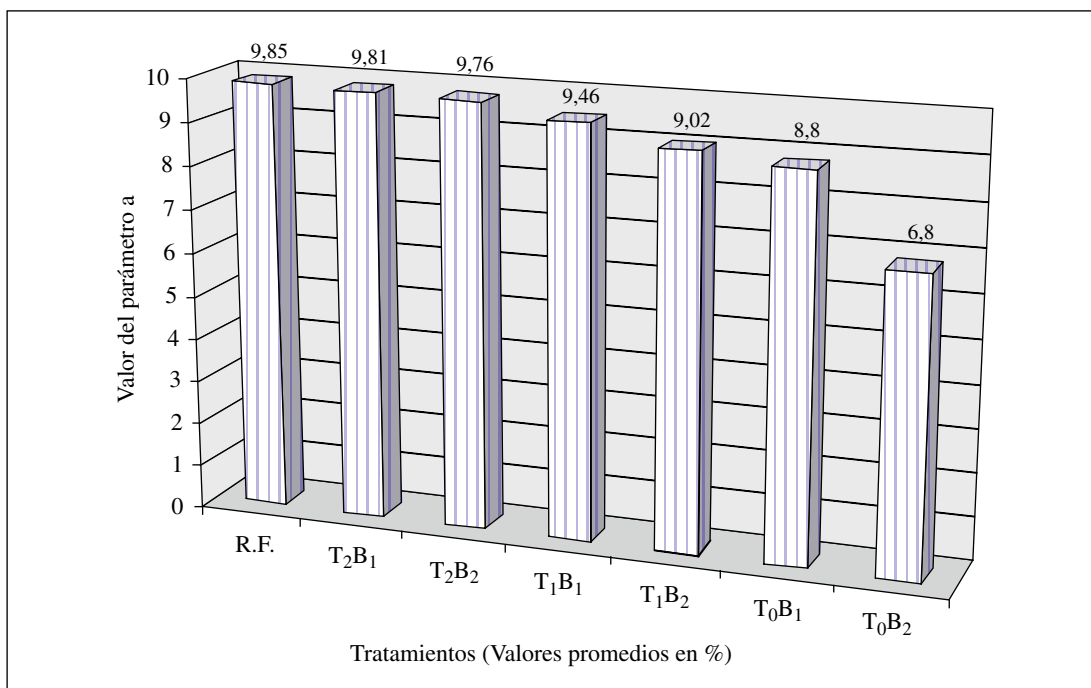


Figura 12. Resultados muestra de radicchio fresco y valor a.

* Los promedios sin una letra en común son significativamente diferentes por Tuckey a un nivel de 0,05.

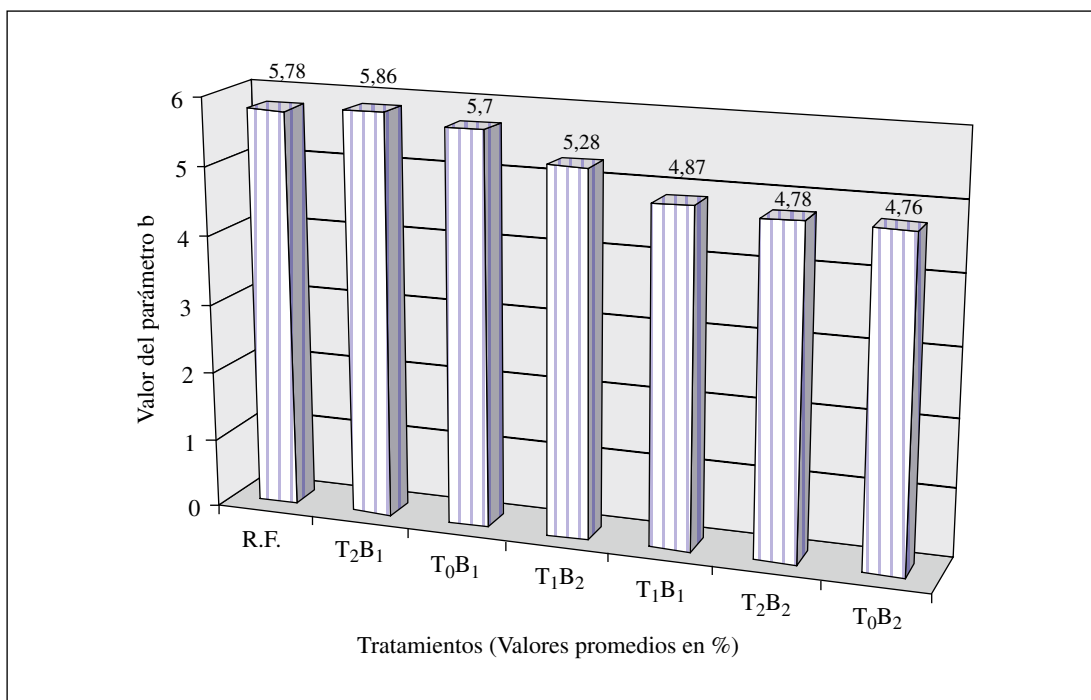


Figura 13. Resultados muestra de radicchio fresco y valor b.

* Los promedios sin una letra en común son significativamente diferentes por Tuckey a un nivel de 0,05.

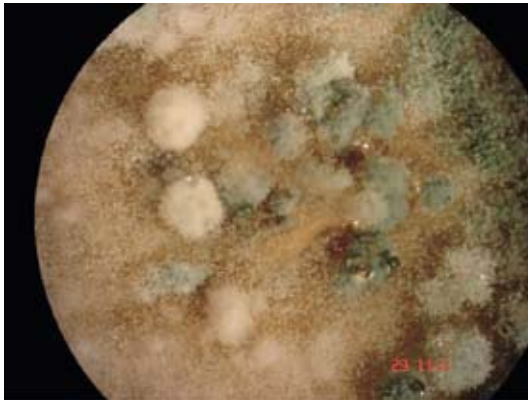


Figura 14. *Penicillium sp.* bajo (LE).

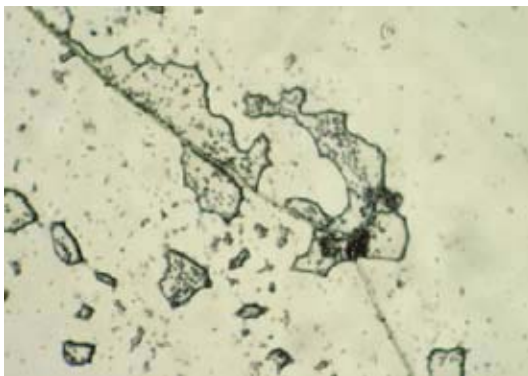


Figura 15. *Penicillium sp.* bajo M (40x).

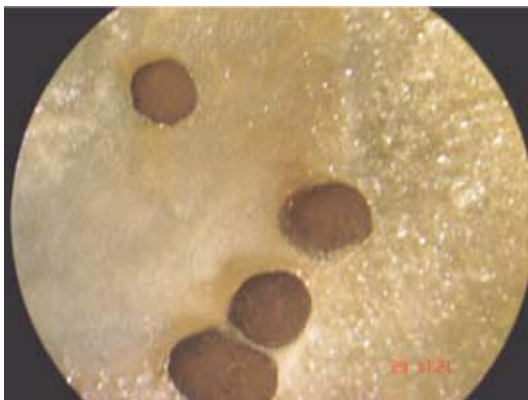


Figura 16. Esclerocios de *Botrytis sp.* bajo (LE).

de parte de los panelistas, por lo que la bolsa HYC controló en forma más eficiente la aparición de microorganismos y fue más aceptada en la evaluación sensorial por los panelistas.



Figura 17. *Botrytis sp.* bajo M (40x).

EVALUACIÓN SENSORIAL DE APARIENCIA Y ACEPTABILIDAD:

Los resultados del panel de la evaluación sensorial de apariencia y aceptabilidad, como se observa en el Cuadro 5, demuestran que los panelistas establecieron preferencias por el tratamiento T₂B₁, tanto en la apariencia como aceptabilidad de los radicchios, dado que el radicchio envasado con el sistema de IV Gama obtuvo una nota cercana a 7 en la escala de 1 a 9, es decir, que a los panelistas le gustó moderadamente el producto, por lo que aceptaron el mismo. La atmósfera modificada

Cuadro 5

Incidencia de hongos fitopatógenos determinados en el envasado de radicchio durante 20 días de almacenamiento refrigerado

Tratamientos	Agente causal	
	<i>Botrytis sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i>
T ₀ B ₁		2
T ₀ B ₂		2
T ₁ B ₂	1	1
T ₂ B ₂	2	
Total	3	5
% Ataque	37,5	62,5

* Los promedios sin una letra en común son significativamente diferentes por Tuckey a un nivel de 0,05.

Cuadro 6

Resultados del panel de evaluación sensorial (valores promedio), según cartilla de apariencia y aceptabilidad

Tratamientos	parámetro Apariencia	parámetro Aceptabilidad
T ₂ B ₁	6,79a	6,72a
T ₁ B ₂	6,59ab	6,36ab
T ₂ B ₂	6,59ab	6,28ab
T ₁ B ₁	6,15ab	6,15ab
T ₀ B ₁	5,82ab	6,08ab
T ₀ B ₂	5,56b	5,51b*

* Los promedios dentro de una columna, sin una letra en común, son significativamente diferentes por Tuckey a un nivel de 0,05.

proporciona una aceptable apariencia en las hortalizas mínimamente procesadas (Wiley, 1997). El tratamiento testigo T₀B₂ fue valorado por los panelistas con la menor nota de 5,56 en la escala de 1 a 9, dado que el panelista consideró que la muestra no le gustó ni le disgustó.

EVALUACIÓN SENSORIAL DE ATRIBUTOS ORGANOLÉPTICOS:

La evaluación sensorial de atributos organolépticos para el radicchio envasado, como se puede observar en el Cuadro 7, indica que la muestra mejor evaluada por los panelistas en los atributos sabor,

color, olor y textura fue el tratamiento T₁B₁. La reducción de O₂ y el enriquecimiento en CO₂ lograría el mantenimiento del sabor, color, olor y retrasa la pérdida de textura (Parry, 1995). Los valores más bajos los obtuvo el atributo color, según los panelistas, quienes detectaron en el testigo T₀B₂, tanto en las bolsas HYC como SJI una pérdida principalmente de color. El atributo olor en el testigo T₀B₁ también presentó un valor menor. Según los panelistas, el sabor y la textura obtuvieron valores similares, lo que demuestra la ventaja del almacenamiento en atmósfera modificada.

El tratamiento T₂B₁ con 16% CO₂ y 12% O₂ resultó ser la mejor concentración para conservar radicchios envasados, dado que logró inhibir la decoloración y el marchitamiento.

En relación al color, el tratamiento T₂B₁, en los parámetros L, a y b exhibieron valores similares a la muestra de radicchio fresco, por lo que permitió conservar el color de los radicchios durante el almacenamiento.

Los patógenos encontrados fueron los hongos *Botrytis sp.* y *Penicillium sp.* Ambos géneros están dentro del complejo de hongos que aparecen en postcosecha de hortalizas, particularmente en radicchios.

En la evaluación sensorial de apariencia y aceptabilidad, los panelistas otorgaron los mayores puntajes al tratamiento T₂B₁, pero señalaron que la muestra les gustó moderadamente.

En relación a la intensidad de atributos sensoriales, el tratamiento mejor evaluado fue T₁B₁ con 25% CO₂ y 10% de O₂, en donde los panelistas iden-

Cuadro 7

Resultados del panel de evaluación sensorial (valores promedio), según cartilla escala no estructurada

Tratamientos	Sabor	Color	Olor	Textura
T ₀ B ₁	3,85	7,13ab	1,96b*	4,62
T ₀ B ₂	4,00	6,03b	2,47ab	4,32
T ₁ B ₁	5,02	8,25a	3,28a	5,35
T ₁ B ₂	4,21	6,95ab	3,01ab	3,78
T ₂ B ₁	4,11	7,14ab	3,06ab	4,66
T ₂ B ₂	3,52	7,29ab	2,83ab	4,85

* Los promedios dentro de una columna, sin una letra en común, son significativamente diferentes por Tuckey a un nivel de 0,05.

Las columnas sin letras no tienen diferencias significativas (N.S) en sus promedios por Tuckey a un nivel de 0,05.

tificaron y reconocieron los atributos sabor amargo, color púrpura, olor insípido y textura suave.

Las evaluaciones tanto sensoriales como instrumentales demostraron que las bolsas HYC

mantuvieron los atributos sensoriales, permitiendo además mantener el peso de la hortaliza, la concentración de gases, el atributo color y la escasa incidencia de microorganismos.

LITERATURA CITADA

- AGRIOS, G. 1996.** Fitopatología. Editorial Limusa. México. 826 p.
- ARTHEY, D. Y DENNIS, C. 1992.** Procesado de hortalizas. Zaragoza, España. Editorial Acribia. 317 p.
- BARNETT, H.L. Y HUNTER, B. 1987.** Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Fourth Edition. 76-94.
- BRODY, A. 1996.** Envasado de alimentos en atmósferas controladas, modificadas y a vacío. Zaragoza, España. Editorial Acribia, S.A. 213 p.
- ELISSETCHE, J. 2005.** Jefe Control de Calidad. Vital Berry Marketing S.A. Comunicación personal.
- FRAGA, A. Y DÍAZ, K. 2004.** Cuarta Gama. Disponible en: www.tattersal.cl/revista/rev184/reportaje.htm. Consultado el 14 de mayo del 2004.
- KRARUP, C. 2002.** La calidad intrínseca de las hortalizas. Disponible en: www.fia.cl/difus/notici/notic_22774. Consultado el 6 de abril del 2005.
- LATORRE, B. 1988.** Enfermedades de las plantas cultivadas. Ediciones Universidad Católica de Chile. 628 p.
- MADRID, A., GÓMEZ, P., SANTIAGO, F. Y MADRID, M. 1997.** Refrigeración, congelación y envasado de los alimentos. Editorial A Madrid Vicente Ediciones. 301 p.
- PARRY, R. 1995.** Envasado de los alimentos en atmósfera modificada. Madrid, España. Editorial A Madrid Vicente Ediciones. 331 p.
- PRETEL, M., SERRANO, M., MARTÍNEZ-MADRID, M. Y RIQUELME, F. 1994.** Nuevas experiencias en IV Gama. Hortifruticultura 94(3):28-32.
- QUIROGA, D. 2004.** Coordinadora Asociación Exportadores de Chile. Comunicación personal.
- SIN AUTOR. 2004.** Volumen de hortalizas exportadas. Revista del campo. Santiago de Chile. Año 29 (1452).
- SIN AUTOR. 2005.** Principios básicos de medida y percepción de color. Disponible en: www.hunterlab.com/pdf/color.S.pdf. Consultado el 15 de septiembre del 2005.
- STONE, H. AND SIDEL, J. 1993.** Sensory evaluation practices. Second edition. Academic Press, NYC. 53.
- SUSLOW, T. Y CANTWELL, M. 2004.** Radicchio, recomendaciones para mantener la calidad postcosecha. Department of vegetables. University of California. Davis. Disponible en: www.indicadoresmanejopostcosecharadicchio.htm. Consultado el 3 de mayo del 2004.
- WILEY, R. 1997.** Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. Zaragoza, España. Editorial Acribia. 362 p.
- WITTING, E. 1990.** Metodología de evaluación sensorial. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. 302 p.