ITEA (1999), Vol. 95V N.° 1, 93-105

CONSERVACIÓN FRIGORÍFICA DE PLANTAS DE APIO (*APIUM GRAVEOLENS* L.) UTILIZANDO PELÍCULAS BIODEGRADABLES Y BIODESINTEGRABLES[1]

A. Chaves*
J. Fernández Lozano**
J.C. Limongelli**
A. Mugridge*

*CIDCA: Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos
CONICET-Fac. Cs. Exactas UNLP. 47 y 116
La Plata (CP 1900)

**Cátedra de Horticultura: Fac. Agronomía
UBA. Av. San Martín 4453 C. Fed.
Buenos Aires (CP 1417)

Argentina

RESUMEN

Con la finalidad de estudiar el comportamiento de materiales biodegradables y biodesintegrables como empaquetamiento, se efectuó un ensayo de conservación de plantas enteras de apio, envueltas con dichos films y almacenadas en cámaras frigoríficas a 0°C.

Se envasaron plantas en forma individual, utilizando las películas: Mater-bi Z (biodegradable), Ecostar 15% (biodesintegrable) y PVC (no degradable).

El período total de almacenamiento fue de 28 días, extrayéndose muestras para su análisis cada 7 días y parte de ellas transferidas a 20°C durante otros 7 días, para simular el período de comercialización y luego evaluar sus características.

Se analizaron las variaciones de pérdida de peso, textura, contenido de clorofilas, composición atmosférica desarrollada dentro del envase, etc.

Las plantas de apio fueron totalmente comercializables aún después de 28 días de almacenamiento a 0°C, independientemente de la película usada en el empaquetado.

Cuando luego del período de almacenamiento a 0°C, las plantas se transfirieron a 20°C durante 7 días, se observó un decaimiento importante de la calidad, resultando no comercializables en todos los casos. El deterioro se produjo por un descenso rápi-

1. Este trabajo fue financiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Nación; Programa Nacional Prioritario de Tecnología de Alimentos. Proyecto: "Estudio de Nuevas Alternativas en Envases para Alimentos con Materiales Biodegradables y/o Biodesintegrables".

do en el contenido de clorofila (especialmente en las plantas empaquetadas con Ecostar) y por la pérdida de peso registrada (los valores más altos se hallaron en las plantas recubiertas con el film Mater-bi Z).

Sin embargo, con tiempos menores (2-3 días) de permanencia a 20°C, resultaron comercializables las plantas empaquetadas con los films: PVC y Ecostar 15%.

Palabras clave: Apio, Atmósfera modificada, Conservación, Películas biodegradables y biodesintegrables, Películas plásticas.

SUMMARY
REFRIGERATED CONSERVATION OF CELERY PLANTS (APIUM GRAVEOLENS L.) WRAPPED WITH BIODEGRADABLE AND BIODESINTEGRABLE FILMS

The behavior of biodegradable and biodesintegrable packaging materials was studied for the storage at 0°C of whole celery plants. Individual plants were wrapped with the following films: Mater-bi Z (biodegradable), Ecostar 15% (biodesintegrable) and PVC (non-degradable). The total storage period was 28 days, and samples were taken every 7 days. Part of each sample was analized inmediately and the remaining part transferred to 20°C, kept at that temperature for 7 days to simulate a commercialization period and then analized. We determined weight loss variations, texture, chlorophyll content and composition of the atmosphere developed inside the package.

It was found that celery plants kept commercial quality even after 28 days of storage at 0°C, regardless of the film used. In all samples removed over the storage period at 0°C and kept at 20°C for 7 days, a considerable quality decrease was observed. The damage was caused by a rapid decrease in chlorophyll content (particulary in plants wrapped with Ecostar) and by the weight losses found, which were highest in plants covered with Mater-bi Z film.

However, when the exposure to 20°C (2-3 days) was shorter, the plants wrapped with PVC and Ecostar 15% film kept commercial quality.

Key word: Biodegradable and biodesintegrable films, Celery, Modified atmosphere, Plastic films, Storage.

Introducción

Desde hace algunos años está ocurriendo una transformación en la tecnología de la producción de apio, aumentando la proporción de cultivo que se efectúa en invernadero. Esto ha traído como consecuencia una mejora en la calidad comercial del producto.

Con la finalidad de mantener en el tiempo, luego de cosecha, esa calidad, se están implementando nuevas prácticas de manejo postcosecha. Las principales pérdidas en esta etapa son debidas a deshidratación y amarilleamiento. Es así que algunos productores han comenzado a utilizar films para envolver las plantas de apio y reducir estas pérdidas.

Smith et al. (SMITH, R.B. y REYES, A.A., 1988) hallaron que atmósferas controladas conteniendo 1-2% de O_2 y 2-4% de CO_2 fueron óptimas en el almacenamiento de

apio; por otra parte, MUGRIDGE *et al.* (MUGRIDGE, A. y CHAVES, A., 1990) encontraron que atmósferas modificadas conteniendo 1-2% de CO_2 y 18-19% de O_2 (ligeramente inferior al aire) conservaron durante más tiempo las características de calidad de plantas de apio cv. La Plata.

La utilización de películas para obtener una atmósfera modificada permitirían reducir, entre otras cosas, la pérdida de peso por deshidratación (HOTCHKISS, J.H., 1988) y el amarilleamiento (SELMAN, J.D., 1993). Las películas que se utilizaron en los trabajos citados no son degradables.

Los materiales con características biodegradables y biodesintegrables aún no son utilizados comercialmente. La difusión del uso de este tipo de materiales representaría un significativo aporte en la preservación del medio ambiente.

Se define como "envase biodegradable" aquel que está constituido por un material tal que permite mantener completamente su integridad durante su manufactura, vida de estantería y uso, y que, al ser desechado, comienza a degradarse por influencia de agentes del medio ambiente. Si estos agentes son entes biológicos -principalmente microorganismos- el término degradable se transforma en biodegradable (MOLLO, M. y col., 1996).

Los films denominados "biodegradables" son de dos tipos: 1) totalmente biodegradables y 2) biodesintegrables. Un representante de los primeros es el denominado Mater-bi y entre los segundos se halla el Ecostar.

Mater-bi Z, es un plástico biodegradable que contiene 60% de almidón y sus derivados en una matriz de un poliester alifático (PCL: policaprolactona como base mayoritaria) que también biodegrada, aunque más lentamente que el almidón (RÖPER *et al.*, 1993). Mater-bi se convierte en los mismos productos que los residuos orgánicos: típicamente CO_2, H_2O, metano y biomasa orgánica. Es compostable de forma muy parecida al papel y biodegrada en forma aeróbica y anaeróbica (ANÓN., 1991).

Ecostar es una matriz de polietileno que contiene almidón en la proporción indicada; es biodesintegrable pues lo que se degrada es el almidón pero no la matriz (ANÓN., 1991).

En este trabajo, se propone estudiar el uso de diferentes materiales plásticos flexibles con características de biodegradabilidad, en cuanto a su comportamiento en la conservación refrigerada de apio para consumo fresco. Para la realización de los ensayos se utilizó: una película biodesintegrable (Ecostar), una biodegradable (Mater-bi) y otra de uso comercial sin esas propiedades (PVC).

Materiales y métodos

Material Vegetal: Se utilizaron plantas enteras de apio variedad Golden Boy, cultivadas en la zona de producción del cinturón hortícola de Buenos Aires (La Plata). El cultivo fue realizado bajo invernadero, lo cual aseguró plantas de óptima calidad. Una vez cosechadas, las plantas, fueron lavadas con solución de hipoclorito de sodio (200 ppm) y luego se eliminó el agua en exceso por corriente de aire a temperatura ambiente. El peso promedio de cada planta fue 0,780 Kg.

Acondicionamiento: Las plantas fueron seleccionadas y empaquetadas con las siguientes películas: Ecostar 15%, Mater-bi Z y PVC como control. Cada bolsa, perfec-

tamente sellada, contenía una planta de apio. Las características de los films utilizados se muestran en el cuadro 1.

La película de "Ecostar" fue realizada en el CITIP (Centro de Investigación Tecnológico para la Industria Plástica) - INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial). La película fue procesada a partir de un concentrado de Ecostar (master batch) en matriz de polietileno de baja densidad. El film se obtuvo por extrusión.

Mater-bi Z fue provista por la firma comercial Novamont de Italia, que la desarrolló.

El film PVC (cloruro de polivinilo RF-50) fue producido por la firma CASCO S.A.

Almacenamiento: Luego de empaquetadas, las plantas de apio fueron colocadas en cámara refrigerada a 0°C. Una muestra inicial y las correspondientes a 7, 14, 21 y 28 días de almacenamiento refrigerado fueron transferidas a una cámara a 20°C, durante 7 días, para simular el período de comercialización. Si bien éstas condiciones no se presentan en la comercialización normal de la especie en estudio, se la consideró útil como una situación extrema de mercadeo; se tomó muestra a los 3 y 7 días de permanencia a 20°C.

Diseño de la experiencia: Se empleó un diseño factorial, siendo los factores: las películas bajo estudio y el tiempo de almacenamiento. Se realizaron cuatro réplicas por cada tiempo de almacenamiento y cada película. De las cuatro muestras extraídas en cada período de almacenaje, dos se analizaron en el momento de la salida de cámara y dos fueron transferidas a 20°C, durante 7 días más, realizándose luego las determinaciones correspondientes.

Los resultados fueron analizados mediante un ANOVA. Los valores medios se compararon mediante el test LSD empleando un grado de significación α=0,05.

Determinaciones

Composición atmosférica: La composición de la atmósfera desarrollada dentro de

CUADRO 1
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS PELÍCULAS PLÁSTICAS UTILIZADAS PARA REALIZAR LOS EMPAQUETAMIENTOS
TABLE 1
TECHNICAL PROPERTIES OF PLASTIC FILMS USED IN PACKAGING

Película	Permeabilidad O_2	Permeabilidad CO_2	Transmisión vapor H_2O	Espesor (μ)
Ecostar 15%	3.600 [1]	4.400 [1]	0,0172 [4]	5
Mater-bi Z	1,8 [2]	13,4 [2]	1,0 [4]	23
PVC	166,3 [3]	718,9 [3]	0,006[5]	15

[1] cm^3 mm/día m^2 atm; 23 °C, 50% HR.
[2] cm^3 mm/día m^2 atm; 23 °C, 45% HR.
[3] cm^3 mm/día m^2 atm; 23 °C, 0% HR.
[4] g mm/día m^2; 23 °C, 85% HR.
[5] g mm/día m^2; 38 °C, 100% HR.

los envases se determinó mediante cromatografía gaseosa empleando un cromatógrafo Shimadzu GC 6A con columnas de silica gel y tamiz molecular 5A conectadas en serie y un detector de conductividad térmica. Como gas transportador se utilizó H_2. La muestra gaseosa se tomó con jeringa a través del film. La perforación se tapó inmediatamente con cinta adhesiva. Los resultados se expresan en % (v/v) del gas correspondiente.

Pérdida de peso: Se determinó por diferencia entre el peso inicial de las bolsas conteniendo las plantas de apio y el correspondiente a los distintos períodos de almacenamiento. Para las muestras transferidas a 20°C la diferencia de peso se estableció respecto al peso de las mismas muestras a la salida de cámara. Se empleó una balanza granataria con exactitud ±1 g. Los resultados se expresaron en g%.

Textura: Con el fin de evaluar el grado de fibrosidad de los pecíolos se empleó una máquina Instron 1040 equipada con una tijera Warner Bratzler (velocidad de avance de la cuchilla 10 cm/min); se utilizó una celda de carga de 50 kg. Se midió la fuerza máxima de corte en la zona recta del pecíolo. Se realizaron varios cortes por pecíolo de la hoja 10 a partir del centro de la planta. Los resultados se expresaron en kg.

Clorofila: Las clorofilas fueron extraídas con acetona utilizando, igual que para la determinación de textura, la zona recta de los pecíolos correspondientes a las hojas 6 a 14, previamente congeladas y trituradas. El contenido de clorofilas se determinó colorimétricamente por el método de Bruinsma a 663, 652 y 645 nm.

Observaciones organolépticas: Luego de cada período de almacenamiento y simulación de la etapa de comercialización, las bolsas fueron abiertas y se realizó la observación de las plantas. Se evaluó el aspecto general, el grado de deshidratación, la textura y esponjosidad de los pecíolos, el aroma, el desarrollo de olores extraños, el color, el grado de amarilleamiento, el pardeado de la zona de corte, el crecimiento interno y la presencia de daños fisiológicos y patológicos.

Resultados y discusión

Composición atmosférica: Los valores obtenidos para la composición atmosférica, expresada en porcentaje de CO_2, desarrollada dentro de los empaquetamientos realizados con las películas PVC y Ecostar 15% permanecieron siempre inferiores a 0,1%, es decir que la composición de la atmósfera prácticamente no se modificó, durante todo el almacenamiento refrigerado. En los envases realizados con la película Mater-bi Z el tenor de CO_2 aumentó hasta 1,5% a los 21 días a 0°C, para luego permanecer constante, hallándose diferencias significativas entre los tiempos de almacenamiento (figura 1).

El pasaje a 20°C significó, en todos los casos, un aumento en el porcentaje de CO_2. Para las plantas empaquetadas con los films PVC y Ecostar 15% los valores sólo se incrementaron ligeramente, manteniéndose inferiores a 1%, mientras que para los envases realizados con Mater-bi Z el incremento fue notoriamente superior ($p<0,05$). Cuando la película utilizada fue Mater-bi Z, el aumento en el tenor de dióxido de carbono fue similar para todos y cada uno de los períodos de almacenamiento, pasando de aproximadamente 1% (finalizado el período de refrigeración) a 6-7% (luego de los 7 días a 20°C).

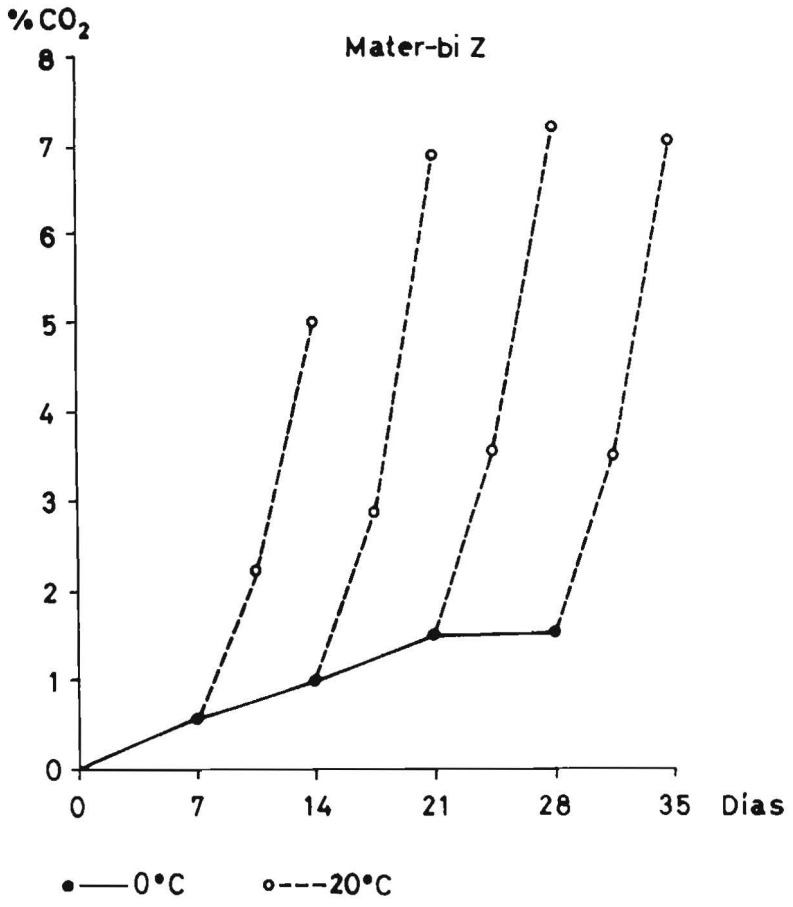


Figura 1. Porcentaje de CO_2 desarrollado dentro de los empaquetamientos realizados con la película Mater-bi Z, almacenados a 0°C durante 7, 14, 21 y 28 días y luego transferidos a 20°C durante 2 y 7 días. (LSD=0,64)

Figure 1. Changes in CO_2 content (%) in the internal atmosphere of the packages made with Mater-bi Z containing one celery plant, stored at 0°C for 7, 14, 21 and 28 days and then transferred at 20°C for 2 and 7 days. (LSD=0,64)

Los niveles de O_2 alcanzados durante el almacenamiento a 0°C fueron de aproximadamente 21% para las atmósferas desarrolladas en los empaquetamientos realizados con las películas PVC y Ecostar y de 19,5% cuando se utilizó el film Mater-bi Z. Luego del pasaje a 20°C los valores fueron próximos a 20% cuando se utilizó PVC y Ecostar y del 14% para Mater-bi Z.

Según KADER (1992) con concentraciones de O_2 entre 1-4% y de CO_2 entre 0-5%

se logra un buen potencial de beneficio pero con limitado uso comercial. Asimismo, RYALL and LIPTON (1979) sostienen que el almacenamiento en atmósfera controlada de apio tiene poca ventaja, ya que sólo concentraciones de O_2 superiores a 5% retardarían el amarilleamiento ligeramente y CO_2 superior a 2,5% ya sería nocivo. Los mismos autores recomiendan el almacenamiento a 0°C y alta humedad relativa. KRARUP y col. (1987) hacen mención al beneficio que significa contar con 1-5% de O_2 para evitar la esponjosidad de los pecíolos externos; también sostienen que concentraciones de CO_2 del 3% o más inducen daños y mal sabor.

Pérdida de peso: Durante el almacenamiento refrigerado se observaron diferencias en el comportamiento entre las películas utilizadas para el empaquetamiento de las plantas de apio. La mayor pérdida de peso se registró en las plantas empaquetadas con la película Mater-bi Z (llegando a 7%). La pérdida de peso de las plantas acondicionadas con los films Ecostar 15% y PVC fue relativamente baja (figura 2); hacia el final del almacenamiento el valor alcanzado por las plantas recubiertas con PVC fue ligeramente superior (2%) repecto a las envasadas con Ecostar. Se hallaron diferencias significativas entre los distintos tiempos de almacenamiento y todas las películas utilizadas.

Luego de la transferencia a 20°C, independientemente de la película utilizada y el tiempo de permanencia a baja temperatura, la pérdida de peso aumentó ($p<0,05$). Como se puede observar en la figura 2, la mayor deshidratación se registró en las plantas empaquetadas con el film Mater-bi Z (25%) mientras que la menor fue en las que se utilizó Ecostar 15% (11,5%).

Según KRARUP y col. (1987) la máxima pérdida de agua, en base al peso inicial, comercialmente aceptable sin que se vea afectada la calidad es 10%, lo que resulta coincidente con los datos obtenidos en el presente trabajo.

Textura: La fuerza máxima de corte depende no sólo de la cantidad de fibras sino también de factores como: turgencia, esponjosidad, alteraciones fisiológicas, etc. La figura 3 muestra un gráfico "tipo" obtenido con la tijera Warner Bratzler. La variación de la textura, se muestra en la figura 4 mediante los promedios de los valores obtenidos de la fuerza máxima de corte, al iniciar la experiencia, después de cada período de almacenamiento a 0°C y luego de la transferencia a 20°C.

Después de 7 días de almacenamiento a 0°C, el valor inicial experimentó una disminución, para luego mantenerse prácticamente constante durante todo el período de almacenaje. La textura de los pecíolos de las plantas empaquetadas con las películas PVC y Ecostar no difieren entre sí, en tanto que los valores obtenidos para Mater-bi fueron significativamente mayores ($p<0,05$).

Con el pasaje a 20°C, en general, aumentaron los valores de la fuerza necesaria para seccionar el pecíolo, observándose los valores más altos en las plantas recubiertas con el film Mater-bi Z (figura 4) probablemente debido a la mayor deshidratación sufrida por éstas durante el almacenamiento.

Clorofilas: Durante el almacenamiento refrigerado se observó un ligero amarilleamiento, que se tradujo en una disminución del contenido de clorofilas. El nivel inicial de las mismas en los pecíolos fue de 12,0 μg/g, disminuyendo al finalizar el almacenamiento a 10,60, 8,83 y 4,82 μg/g en las

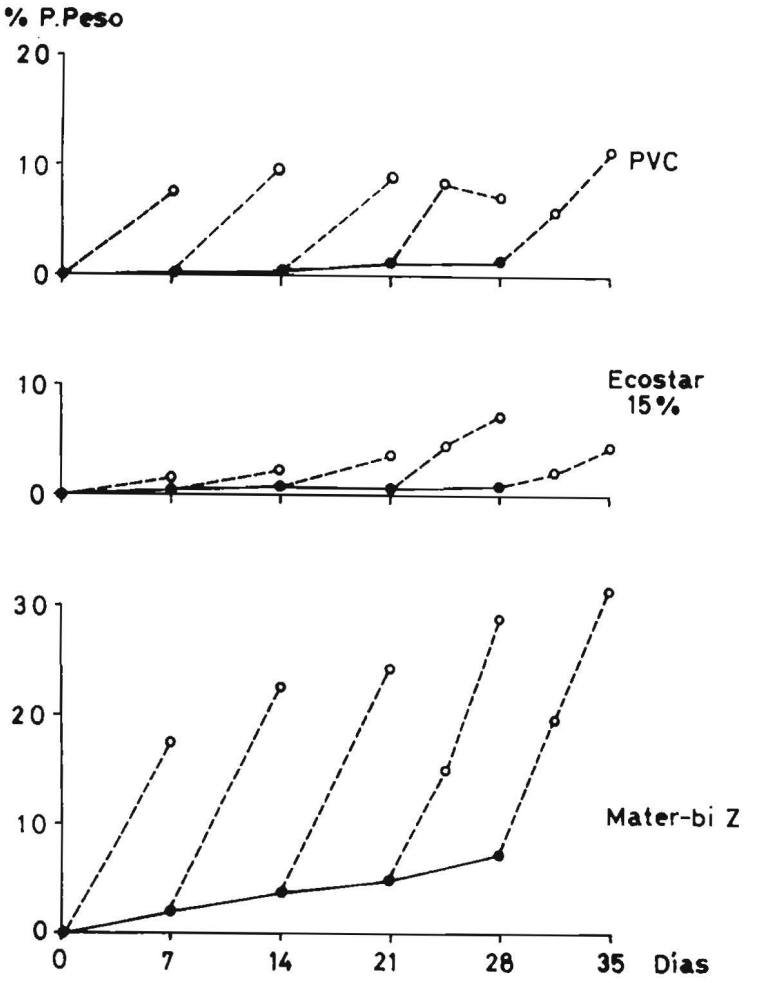


Figura 2. Pérdida de peso (%) de plantas de apio envasadas con las películas Mater-bi Z, Ecostar 15% y PVC, almacenadas a 0°C y luego transferidas a 20°C, para cada tiempo de muestreo. (LSD=1,32)
Figure 2. Weight loss (%) of celery plants packaged with Mater-bi Z, Ecostar 15% and PVC films, stored at 0°C and then transferred to 20°C. (LSD=1,32)

plantas empaquetadas con Mater-bi Z, Ecostar y PVC respectivamente (figura 5); se halló un efecto significativo del tiempo de almacenamiento.

Con la exposición a 20°C el contenido de clorofilas disminuyó en forma notoria, especialmente en las plantas envasadas con Ecostar, en las que los valores decrecieron hacia el final del almacenamiento un 80-100% del valor original. El nivel alcanzado en aquellas plantas recubiertas con Mater-bi Z fue similar al de las envasadas en PVC, donde la disminución alcanzó un 10-20% del valor inicial (figura 5).

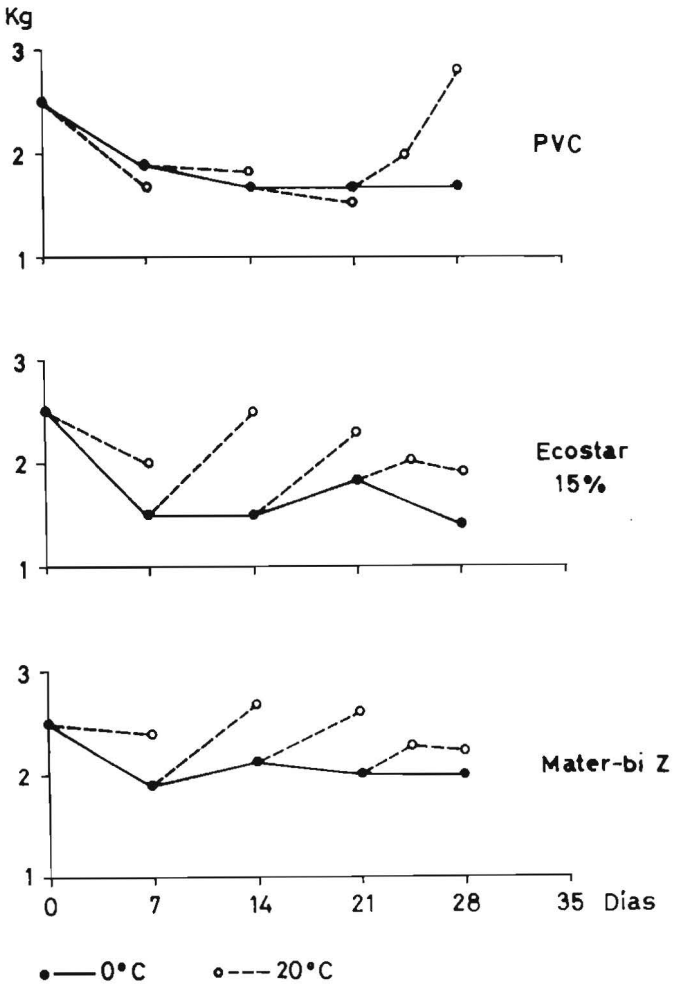


Figura 3. Perfil típico de fuerza de corte de pecíolos de apio. La flecha indica el punto correspondiente a la fuerza máxima de corte

Figure 3. Typical shear force profile of celery petioles. Arrow indicats the maximal shear force

Observaciones organolépticas: Se observó que hubo una gran condensación de agua sobre la cara interna de los empaquetamientos realizados con la película Ecostar 15% y el film Mater-bi Z. En el primer caso la condensación fue en forma de numerosas gotas pequeñas en tanto que en el segundo se formaron gotas grandes en un número inferior. Esta condensación, unida al hecho de tratarse de películas semiopacas, especialmente en Mater-bi Z, dificultó la visualización del producto.

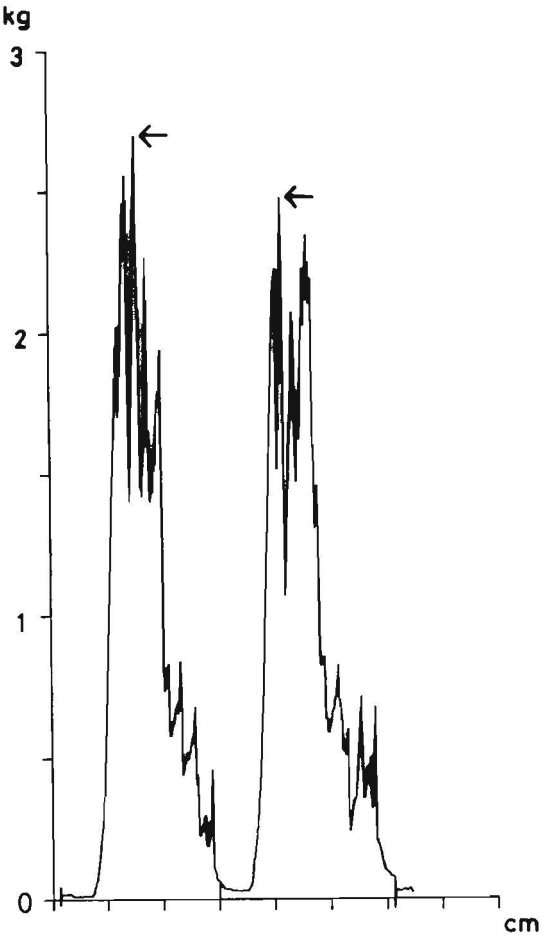


Figura 4. Variación de la fuerza máxima de corte (kg), de pecíolos de plantas de apio envasadas con las películas Mater-bi Z, Ecostar 15% y PVC. almacenados a 0°C y luego transferidas a 20°C por 7 días para cada período de almacenamiento. (LSD=0,29)

Figure 4. Influence of storage time and temperature on the maximal shear force (kg) of petioles of celery plants packaged with Mater-bi Z, Ecostar 15% and PVC films, stored at 0°C and then transferred to 20°C for 7 days. (LSD=0,29)

Las plantas de apio que permanecieron 7 días a 0°C, independientemente de la película empleada para su empaquetamiento, manifestaron un ligero amarilleamiento en los bordes de los folíolos de las hojas externas que no alcanzó a alterar el aspecto general inicial.

Durante los primeros 15 días de almacenamiento refrigerado el aspecto general se mantuvo igual al inicial. Luego de este pe-

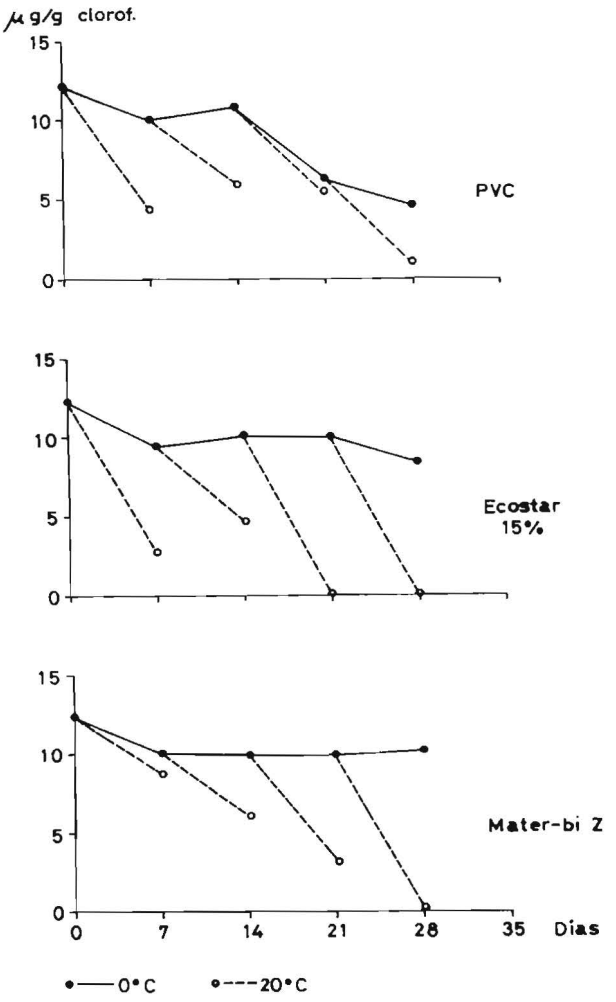


Figura 5. (μ/g) de clorofilas halladas en las muestras extraídas de los pecíolos de las plantas de apio empaquetadas con los films Mater-bi Z, Ecostar 15% y PVC, almacenadas a 0°C por 7, 14, 21 y 28 días y luego transferidas a 20°C por 7 días. (LSD=1,95)

Figure 5. Changes in chlorophyll content (μ/g) of petioles of celery plants packaged with Mater-bi Z, Ecostar 15% and PVC films, stored at 0°C for 7, 14, 21 and 28 days and then transferred at 20°C for 7 days. (LSD=1,95)

ríodo, se produjo un amarilleamiento más importante en los bordes de los folíolos, especialmente de las hojas externas, lo que provocó una disminución de la calidad, independientemente de la película empleada en el recubrimiento. No se observó desarrollo de patógenos.

Luego de 21 días de almacenamiento refrigerado, las plantas empaquetadas con

Mater-bi Z presentaron una mayor deshidratación.

Las plantas de apio fueron totalmente comercializables aún después de 28 días de almacenamiento a 0°C, independientemente de la película usada en el empaquetado. Según KRARUP y col. (1987), cuando el apio se almacena un mes o más, uno de los desórdenes esperados es el desarrollo de esponjosidad en los pecíolos externos; en el presente trabajo, hasta los 28 días de almacenamiento refrigerado, independientemente de la película utilizada, no se observó éste tipo de desorden.

Las plantas iniciales, que sin refrigeración previa fueron colocadas a 20°C, luego de 7 días de permanencia a esa temperatura, presentaron características organolépticas diferentes según la película que se usó para el empaquetamiento. Así, cuando fueron envasadas con el film Mater-bi Z presentaron un color verde atípico y se hallaban muy deshidratadas, con un aspecto laxo y con podredumbre húmeda generalizada. Cuando se emplearon las películas PVC y Ecostar se observó un amarilleamiento importante en las hojas externas, tanto en los folíolos como en los pecíolos. Respecto a la presencia de patógenos se pudo ver que apareció podredumbre húmeda a lo largo del pecíolo, tanto en las plantas recubiertas con PVC como con Ecostar. Las plantas empaquetadas con la película Ecostar 15% presentaron menor pardeamiento en la zona del corte que las envueltas con PVC y Mater-bi Z. Se pudo observar un importante crecimiento interno en las plantas que, almacenadas en estas condiciones, se cubrieron con Ecostar 15%. Luego de 7 días de almacenamiento a 20°C, en todos los empaquetamientos, la calidad de las plantas decayó a un nivel tal que no hubiese permitido su comercialización.

Luego del almacenamiento refrigerado, el pasaje a 20°C incidió significativamente, en el decaimiento del aspecto general de las plantas. Así, luego de 7 días a esta temperatura, independientemente del tiempo de almacenamiento previo a 0°C, las plantas fueron calificadas como no comercializables. Con tiempos menores de permanencia a 20°C, 2-3 días según el período previo a 0°C, resultaron comercializables aquellas plantas que fueron empaquetadas con PVC o con la película Ecostar 15%.

Conclusiones

Durante los primeros 15 días de almacenamiento refrigerado la calidad comercial de las plantas de apio se mantuvo igual a la inicial. A partir de ese momento y hasta el final del almacenamiento a 0°C se desarrolló un progresivo amarilleamiento del borde de los folíolos, lo cual disminuyó la calidad pero no limitó la posibilidad de su comercialización.

Los resultados obtenidos mostraron que, considerando un período a 20°C de 3 días, posterior al de conservación refrigerada, resultaron comercializables aquellas plantas que, empaquetadas con las películas PVC y Ecostar 15% fueron almacenadas hasta 21-28 días a 0°C.

La mayor deshidratación observada en las plantas de apio envasadas con la película Mater-bi Z fue debida a la gran permeabilidad al vapor de agua de la misma; esto dificultaría su empleo para la conservación de esta hortaliza.

La calidad de presentación de las plantas, cuando fueron empaquetadas con las películas biodegradables y biodesintegrables, se vio disminuida por la condensación

de humedad que presentaron en la cara interna del envase y por el nivel de opacidad.

Bibliografía

ANÓNIMO, 1991. Envasamiento. Industria Argentina del Envase 265 (22) pp. 38.

HOTCHKISS J.H., 1988. Experimental Approaches to Determining the Safety of Food Packaged in Modified Atmospheres. Food Technology. 42 (9): 55, 60-64.

KADER A.A., 1992. Postharvest Technology of Horticultural Crops, Second Edition, Publication 3311. University of California Division of Agricultura and Natural Resourses. 296 pp.

KRARUP C., LIPTON W. y TOLEDO J. 1987. Primer Curso Internacional de Postcosecha de Hortalizas. Buenos Aires. 430 pp.

MOLLO M., EISENBERG P., DOMINELLI S. y GALAK M., 1996. Estudios de Nuevas Alternativas de Envases para Alimentos con Materiales Biodegradables.

MUGRIDGE A. y CHAVES A.R., 1990. Influence of Atmosfere Composition on Market Quality of Stored Celery. International Institute of Refrigeration. 253-259.

ROPER H., KOCH H., BAHR K.H., 1993. Developments in the Use of Starch in Biodegradable Thermoplastics. Agro-Food-Industry Hi-Tech. Mayo-Abril, 17-19.

RYALL A.L. and LIPTON W.J., 1979. Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables. Vol. 1, Second Edition. Vegetables and Melons. 587 pp. Ed. AVI, Connecticut.

SELMAN J.D., 1993. Practical Experiences of Sensory Investigations into the Packaging of Vegetables.Packaging Technology and Science. Vol. 6. 183-193.

SMITH R.B. y REYES A.A., 1988. Controlled Atmosphere storage of Ontario-growth celery. J. Am. Soc. Hort. Sci. 113 (3): 390-394.