

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MANEJO DE POSCOSECHA EN HORTALIZAS DE HOJA SOBRE LAS PÉRDIDAS A NIVEL MINORISTA

ORTIZ MACKINSON, M.¹; ROTONDO, R.¹; GRASSO, R.¹; CALANI, P. ¹;

MONDINO, C.¹⁻³; FIRPO I.¹ & COSOLITO P.²

RESUMEN

Las hortalizas de hoja presentan pérdidas elevadas desde la producción primaria hasta el consumidor. El objetivo fue evaluar las pérdidas poscosecha en acelga, cebolla de verdeo, puerro, rúcula, radicheta y espinaca. Se evaluó diariamente el efecto del ambiente de almacenamiento (con o sin cámara frigorífica) la hidratación (con o sin inmersión en agua clorinada) y material de sujeción de los manojos (cinta o *Stipa*, sp), durante la distribución minorista, en época estival (19 al 26 de febrero de 2013). Variables medidas: pérdida de peso por descarte, pérdida o ganancia de peso por agua y pérdidas totales, en porcentaje. La unidad experimental fue el manojito, con cuatro repeticiones por tratamiento. Se aplicó un modelo de medidas repetidas en el tiempo con procedimiento MIXED de SAS. En cámara frigorífica, disminuyeron las pérdidas poscosecha, debido al menor descarte y pérdida de agua, para todas las especies evaluadas, incrementando significativamente el período de almacenamiento. En los tratamientos con y sin hidratación en el ambiente refrigerado el descarte fue similar en todas las especies evaluadas; mientras que en el no refrigerado aumentó las pérdidas en acelga y cebolla de verdeo. Las pérdidas de peso por agua se redujeron en acelga, radicheta y rúcula en ambiente no refrigerado; y en puerro y cebolla de verdeo en ambos ambientes. La sujeción de los manojos con cinta redujo la pérdida de peso por agua en rúcula almacenada en cámara y en radicheta y puerro en el no refrigerado.

Palabras claves: cámara frigorífica, calidad, hidratación.

1.- Cátedra de Cultivos Intensivos. Horticultura. Facultad de Ciencias Agrarias (UNR). C.C. 14 (S2125ZAA) Zavalla, provincia de Santa Fe. Email: ortizmackinson@hotmail.com

2.- Cátedra de Estadística. FCA (UNR).

3.- AER-INTA Arroyo Seco.

Manuscrito recibido el 24 de febrero de 2014 y aceptado para su publicación el 15 de mayo de 2014.

SUMMARY

Evaluation of alternatives of leafy vegetables postharvest handling on the losses at the retail level. Leafy vegetables present high losses from the growing stage until they reach the consumer. The objective of this work was to evaluate post-harvest losses of Swiss chard, green onions, leeks, radish, rocket and spinach, at the retail marketing stage. Daily measurements were taken in the summer (19th to 26th February 2013) to evaluate the effects of storage environment (with and without cold storage); hydration treatment (with and without immersion in chlorinated water), and materials used for holding bunches (tape or *Stipa* sp) on the following variables: weight loss due to discarding, loss or gain of weight due to water lost or absorbed, and percentage of total losses. The experimental unit was a bunch with four replicates per treatment. Statistical analysis was performed with a model of repeated measurements over time with MIXED procedure of SAS. Cold storage reduced losses by discard and water loss, and significantly extended the storage life of all species tested. In cold room storage, losses by discard were similar in treatments with or without hydration, for all species. However, loss by discard increased in both hydrated and non-hydrated Swiss chard and green onions bunches not kept in a cold storage room. Loss of weight by water decreased in Swiss chard, radish and rocket not kept in cold storage, and in leeks and green onions stored in both environments. Holding bunches with tape reduced loss of weight by water in rocket bunches in cold room storage, and in radish and leeks not kept in cold storage.

Key words: cold storage room, quality, hydration.

INTRODUCCIÓN

Las hortalizas están sujetas a la misma problemática de pérdidas que ocurre en la producción mundial de alimentos destinada al consumo humano, desde la producción primaria hasta el consumidor, estimadas globalmente en un 30 % (Gustavsson *et al.*, 2011). Existe escasa información adecuada para establecer acciones que permitan mejorar la competitividad del sector (Mondino *et al.*, 2007). Esto se debe a la dificultad para evaluar las pérdidas en numerosas especies y la ausencia de métodos universales para su medición (Decoene, 2001). En países en desarrollo las pérdidas son cuantiosas variando en productos frescos entre el 25 al 50 % de la producción (Kader, 2007).

Las hortalizas de hoja poseen como principal componente el agua, pudiendo llegar hasta un 95 % de su peso total (Wills *et al.*, 1999). La pérdida de agua es una causa principal del deterioro porque provoca pérdidas cuantitativas directas, traducidas en pérdidas de peso comercializables. También provoca pérdidas en la apariencia, manifestada a través de la marchitez y arrugamiento del producto, en la calidad textural, percibida como ablandamiento, flacidez, disminución de crujencia, jugosidad y calidad nutricional (Kader, 2007). Las hortalizas poseen una alta perecibilidad debido a sus relativamente elevadas tasas transpiratoria y respiratoria, como así también la susceptibilidad a las alteraciones físicas que pueden producir pérdidas directas, daños y una

reducción de la calidad organoléptica si no son controladas adecuadamente. En la distribución y venta minorista las hortalizas están normalmente expuestas a condiciones de temperatura y humedad no adecuadas para su conservación, situación que lleva a generar disminución de peso y daño en la apariencia (Nunes *et al.*, 2011).

El almacenamiento refrigerado se recomienda para muchos productos perecederos ya que retarda el envejecimiento causado por maduración, ablandamiento o cambios de textura, cambios metabólicos indeseables, producción de calor por respiración y la pérdida de agua con el consiguiente marchitamiento (Handenburg, 1988). La conservación en cámara frigorífica disminuye las pérdidas durante la poscosecha por la reducción del descarte y la pérdida de agua (Rotondo *et al.*, 2013).

Por otro lado, se produce un alto porcentaje de descarte generado por enfermedades, alteraciones fisiológicas y daños físicos. La forma de sujetar algunas hortalizas en manojo para su comercialización, como así también los materiales vegetales utilizados, tales como “Stipa sp. o pasto fuerte”, provocan daños que disminuyen la calidad y la posibilidad de venta. Estos problemas se generan durante la manipulación de los productos desde la cosecha al consumidor.

La inmersión de los productos en agua clorinada, durante un tiempo determinado antes de ser colocados en góndola, el almacenamiento refrigerado y la sujeción de los atados con materiales menos agresivos podrían preservar la calidad de las hortalizas y disminuir las pérdidas en la poscosecha (Ferratto *et al.*, 2012).

La aplicación de procedimientos y técnicas más adecuadas durante el manejo de la poscosecha en los negocios minoristas,

tales como la reducción del tiempo desde la cosecha a la venta, utilización de medios de transporte apropiado, conservación en condiciones adecuadas de temperatura, humedad y la hidratación, permiten reducir significativamente las pérdidas (Ferratto *et al.*, 2012).

El objetivo de este trabajo fue cuantificar e identificar las pérdidas durante la poscosecha de acelga (*Beta vulgaris* L. var cicla), cebolla de verdeo (*Allium cepa* L.), espinaca (*Spinacea oleracea* L.), puerro (*Allium ampeloprasum* L.), radicheta (*Cichorium intybus* L.) y rúcula (*Eruca sativa* Mill.), a nivel minorista, bajo distintas condiciones de ambiente de almacenamiento, hidratación y material de sujeción de los manojos, en época estival.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario (Zavalla, Santa Fe, 33°01'LS y 60°53'LV), desde el 19 al 26 de febrero de 2013. Los materiales vegetales utilizados fueron: acelga, cebolla de verdeo, espinaca, puerro, radicheta y rúcula. Estos productos fueron cosechados en un establecimiento productivo localizado a 10 km de la ciudad de Rosario. Luego de la cosecha y atado (con Stipa, sp y cinta de papel adhesiva), las hortalizas fueron asperjadas con agua de perforación y transportadas al Campo Experimental de la Facultad. Al día siguiente se procedió a preparar las muestras con los diferentes tratamientos (día 0), realizándose las mediciones hasta los seis días de almacenamiento con frecuencia diaria.

El material vegetal utilizado se

encontraba dentro de los atributos de calidad establecidos por Trevor y Cantwell (2011), para este tipo de productos, los que a su vez son coincidentes con la demanda percibida por los autores para la región en estudio. En todos los casos las hortalizas presentaron al inicio del estudio las siguientes características: hojas túrgidas, tiernas, limpias, sin daños mecánicos, libres de plagas y enfermedades. El material utilizado fue seleccionado considerando las siguientes características para cada especie:

Acelga: hojas de tamaño grande, de entre 0,30 a 0,40 m, con pecíolo de menor longitud que la lámina y color verde brillante. Los manojos utilizados estuvieron comprendidos entre 1,00 a 1,20 kg cada uno.

Cebolla de verdeo: con bulbo no desarrollado y de coloración morada, sin abundantes raíces, pseudo-tallo de 0,02 m de diámetro medio y hojas verde oscuro. Los manojos utilizados comprendieron entre 5 a 6 plantas cada uno.

Espinaca: hojas de tamaño medio, con una longitud de 0,10 a 0,15 m, con pecíolo más corto que la lámina y color verde uniforme. Los manojos utilizados fueron de 0,25 a 0,30 kg de peso.

Puerro: con pocas raíces, pseudo-tallo alargado, grueso con diámetro superior a 0,02 m y hojas brillantes. Los manojos utilizados contuvieron entre 5 ó 6 plantas cada uno.

Radicheta: hojas de tamaño medio, de 0,20 m de longitud, con pecíolo de menor longitud que la lámina y color verde brillante. Los manojos utilizados tuvieron un peso de entre 0,35 a 0,40 kg.

Rúcula: hojas de tamaño medio, de 0,10 a 0,15 m de longitud, con pecíolo más corto que la lámina y color verde brillante. Los manojos utilizados tuvieron un peso de

entre 0,25 a 0,30 kg.

Las variables determinadas fueron:

Pérdida por descarte (%): fueron consideradas en ésta pérdida a las hojas que presentaron daños por roturas, amarillas, deshidratadas, con podredumbres y base de tallo con pardeamiento visible a simple vista. La cuantificación diaria de esta pérdida se realizó mediante pesada gravimétrica de cada manojito con balanza digital. Posteriormente se procedió a retirar de cada manojito aquellas partes que presentaron algunos de los defectos antes mencionados, los que fueron pesados y considerados como pérdida o descarte. Esta pérdida fue expresada como porcentaje respecto al peso de la muestra completa antes del descarte, de ese día de evaluación.

Pérdida o ganancia de peso por agua (%): el resultado para todas las especies puede ser positivo o negativo, en función a la evaporación, transpiración, agua libre presente en la superficie de las hortalizas (aplicada luego de la cosecha o por la hidratación durante el almacenamiento) o entrada de agua a los tejidos vegetales. En cada medición se procedió a pesar cada manojito con balanza digital. Posteriormente, se expresó en porcentaje (%) considerándose la variación de peso que sufrió el producto durante las 24 horas posteriores al peso determinado el día anterior, el cual fue considerado como tal, luego de haberse retirado el descarte respectivo.

Pérdida de peso total (%): se consideró como tal a la resultante de la suma algebraica de la pérdida por descarte y la variación medida por efecto del peso de agua.

El experimento consistió en una combinación factorial de tres tratamientos con dos niveles cada uno:

Figura 1: Manojos de rúcula, en ambiente refrigerado con hidratación (izquierda) y sin hidratación (derecha), día previo al descarte total. UNR, Zavalla, Santa Fe.



1.- Almacenamiento:

- Refrigerado: cámara frigorífica con temperatura controlada (3,4 °C y 97 % HR).
- No refrigerado: sala a temperatura ambiente (19,5 °C media; 87,4 % HR).

2.- Hidratación:

- Con hidratación: realizando inmersión, de cada manojos en agua clorinada (50 ppm de cloro activo) a 19 °C y 7,2 pH, durante 5 minutos.
- Sin hidratación: sin realizar inmersión.

3.- Material de sujeción de los manojos:

- Cinta: atado de los manojos con cinta de papel adhesiva de 0,02 m de ancho.
- Stipa sp: atado con Stipa sp o “pasto fuerte”, gramínea utilizada en la zona para sujetar manojos.

La temperatura y humedad relativa fueron medidas diariamente en cada ambiente con data loggers, (Hobo® U10 Temp/RH data logger, Onset Computer

Corporation, Pocasset, MA USA).

La mediciones de peso se realizaron con balanza digital modelo Systel Bumer ± 1 g.

La unidad experimental fue el manojos de hortaliza con cuatro repeticiones por tratamiento y momento de evaluación para cada especie. Para analizar este conjunto de datos se ajustó un modelo de medidas repetidas en el tiempo utilizando el procedimiento MIXED de SAS. Se determinó la estructura de covariancia correspondiente a cada una de las variables analizadas y se incluyeron en el modelo los efectos del tiempo, el ambiente de almacenaje, la hidratación, el material de sujeción y la interacción entre ellos. En los casos en que una interacción resultó significativa, se consideraron los factores intervinientes y se compararon los niveles de uno de los factores en cada nivel del otro factor, finalizándose la comparación estadística en función al tratamiento de menor duración poscosecha.

Cuadro 1: Pérdida de peso por descarte (%) en ambiente de almacenamiento, hidratación y material de sujeción, por día, para todas las especies

Especie	Tratamiento		Días							p>F A	p>F H	p>F M	p>F D	Int A-H	Int A-D	Int H-D	
			1	2	3	4	5	6									
			Cinta	Stipa	Cinta	Stipa	Cinta	Stipa	Cinta								Stipa
Acelga	Rf	H	0	5.2	0	100											
		No H	0	4.8	0	100											
	No Rf	H	0	8.1	0	0	100										
		No H	0	7.2	0	0	100										
	No Rf	H	0.6	100													
		No H	0.3	100													
Cebolla de verdeo	Rf	H	0.1	12.5	100												
		No H	0	10.2	100												
	No Rf	H	0.5	0.5	0	0	100										
		No H	1.0	2.4	0	0	100										
	No Rf	H	0	0	0	0	14.5	100									
		No H	0	0	0	0	12.4	100									
Puerro	Rf	H	3.0	14.5	10.6	100											
		No H	2.6	13.8	14.7	100											
	No Rf	H	3.8	8.9	20.7	100											
		No H	3.8	6.2	17.8	100											
	No Rf	H	0	0	0.5	0	12.4	100									
		No H	0.8	0	0	0	11.2	100									
No Rf	H	0	0	0	0	11.5	100										
	No H	0	0	0	0	11.0	100										
No Rf	H	1.4	6.3	28.9	100												
	No H	1.7	5.1	23.4	100												

Tratamientos: Rf (refrigerado); No Rf (no refrigerado); H (hidratado); No H (no hidratado). (**): Diferencia estadística altamente significativa (1%); (*): Diferencia estadística significativa (5%); (ns): sin diferencia estadística; --: sin comparación estadística. Factores: A (ambientes: refrigerado, no refrigerado); H (hidratación: con y sin agua); M (material de sujeción: cinta o Stipa); D (días). Interacciones: A-H (ambiente-hidratación); A-D (ambiente-día); H-D (hidratación-día).

Cuadro 2: Pérdida o ganancia de peso por agua (%) en ambiente de almacenamiento, hidratación y material de sujeción, por día, para todas las especies

Especie	Tratamiento		Días						p>F A	p>F H	p>F M	p>F D	Int A-H	Int A-D	Int H-D	Int A-M														
			1	2	3	4	5	6																						
			Cinta	Stipa	Cinta	Stipa	Cinta	Stipa																						
Acelga	Rf	H	-0,7	-1,6	-3,4	-	-	0,3954 (ns)	0,0001 (*)	0,4355 (ns)	0,0001 (**)	0,0005 (**)	0,0001 (**)	-	-															
		No H	2,3	-4,6	-4,3	-	-																							
	No Rf	H	2,3	0,3	0,6	1,0	-									0,0001 (*)	0,0001 (*)	0,0001 (**)	0,4584 (ns)	-	-	-								
		No H	2,6	0,2	1,2	0,4	-																							
	Cebolla de verdeo	Rf	H	0,6	-	-	-																-	0,0001 (**)	0,0001 (*)	0,0325 (*)	0,0001 (**)	0,1013 (ns)	-	-
			No H	2,9	3,5	-	-																-							
No Rf		H	2,1	2,6	-	-	-	0,0001 (**)	0,0001 (*)	0,0325 (*)	0,4584 (ns)	-	-																	
		No H	2,1	2,6	-	-	-																							
Puerro		Rf	H	-6,3	-3,2	-2,4	0,4							-	0,0001 (**)	0,0001 (*)	0,0325 (*)	0,0001 (**)	0,4584 (ns)	-	-									
			No H	-8,3	-0,7	-1,4	0,6							-																
	No Rf	H	0,8	0,8	1,0	1,3	1,9							0,0001 (**)								0,0001 (*)	0,0325 (*)	0,0001 (**)	0,4584 (ns)	-	-			
		No H	2,6	0,3	0,7	1,2	0,8																							
	Puerro	Rf	H	-7,1	-0,3	-1,8	-	-	0,0001 (**)	0,0001 (*)	0,0325 (*)	0,0001 (**)	0,4584 (ns)															-	-	
			No H	11,9	0,3	-5	-	-																						
No Rf		H	0,7	1,2	2,0	-	-	0,0001 (**)							0,0001 (*)	0,0325 (*)	0,0001 (**)	0,4584 (ns)	-	-										
		No H	1,4	1,3	2,8	-	-																							
No Rf		H	-2,4	0	-1,2	-0,1	-0,4							0,0001 (**)							0,0001 (*)	0,0325 (*)	0,0001 (**)	0,4584 (ns)	-	-				
		No H	-3,4	-1,2	-0,3	-0,5	-0,4																							
No Rf	H	2,8	0,5	1,1	1,9	1,1	0,0001 (**)		0,0001 (*)	0,0325 (*)	0,0001 (**)	0,4584 (ns)	-														-			
	No H	2,0	0,2	0,9	0,9	1,6																								
No Rf	H	-6,8	-7,3	-0,8	-	-		0,0001 (**)							0,0001 (*)	0,0325 (*)	0,0001 (**)	0,4584 (ns)	-	-										
	No H	-2,9	1,2	2,4	-	-																								

Tratamientos: Rf (refrigerado); No Rf (no refrigerado); H (hidratado); No H (no hidratado). (**): Diferencia estadística altamente significativa (1%); (*): Diferencia estadística significativa (5%); (ns): sin diferencia estadística; --: sin comparación estadística. Factores: A (ambientes: refrigerado, no refrigerado); H (hidratación: con y sin agua); M (material de sujeción: cinta o Stipa); D (días). Interacciones: A-H (ambiente-hidratación); A-D (ambiente-día); H-D (hidratación-día); A-M (ambiente-material de sujeción).

Cuadro 3: Pérdida total (%) en ambiente de almacenamiento, hidratación y material de sujeción, por día, para todas las especies.

Especie	Tratamiento	Cinta	Días						p>F A	p>F H	p>F M	p>F D	Int A-H	Int A-D	Int H-D
			1	2	3	4	5	6							
Acelga	Rf	H	-0,7	3,6	-3,4	100			0,0001 (**)	0,6057 (ns)	0,0001 (**)	0,0001 (**)	0,0001 (**)	0,0001 (**)	
		No H	2,3	0,2	-4,3	100									
		Stipa	2,3	8,4	0,6	1,0	100								
	No Rf	H	2,6	7,4	1,2	0,4	100								
		No H	1,2	100											
		Stipa	-2,1	100											
Cebolla de verdeo	Rf	H	3,0	16,0	100										
		No H	2,1	12,8	100										
		Stipa	2,1	12,8	100										
	No Rf	H	-5,8	-2,7	-2,4	0,4	100								
		No H	-7,3	1,7	-1,4	0,6	100								
		Stipa	0,8	0,8	1,0	1,3	16,4	100							
Puerro	Rf	H	2,6	0,3	0,7	1,2	13,2	100							
		No H	-4,1	14,2	8,8	100									
		Stipa	-9,3	14,1	9,7	100									
	No Rf	H	4,5	10,1	22,7	100									
		No H	5,2	7,5	20,6	100									
		Stipa	-2,4	0	-0,7	-0,1	12,0	100							
Radicheta	Rf	H	-2,6	-1,2	-0,3	-0,5	10,8	100							
		No H	2,8	0,5	1,1	1,9	12,6	100							
		Stipa	2,0	0,2	0,9	0,9	12,6	100							
	No Rf	H	-5,4	-1,0	28,1	100									
		No H	-1,2	6,3	25,8	100									
		Stipa	2,8	9,9	27,4	100									
Radicheta	Rf	H	3,7	9,1	25,5	100									
		No H	-6,4	2,6	21,6	5,9	100								

Tratamientos: Rf (refrigerado); No Rf (no refrigerado); H (hidratado); No H (no hidratado). (**): Diferencia estadística altamente significativa (1%); (*): Diferencia estadística significativa (5%); (ns): sin diferencia estadística; --: sin comparación estadística. Factores: A (ambientes: refrigerado, no refrigerado); H (hidratación: con y sin agua); M (material de sujeción: cinta o Stipa); D (días). Interacciones: A-H (ambiente-hidratación); A-D (ambiente-día); H-D (hidratación-día)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pérdida de peso por descarte (%): el porcentaje de descarte en los ambientes de almacenamiento y la técnica de hidratación, a través del tiempo, varió diferencialmente en cada especie (Cuadro 1). En general, la conservación de las hortalizas en condiciones inadecuadas de temperatura y humedad, contribuyen a disminuir la calidad y aumentar las pérdidas por descarte en comercios minoristas (Villeneuve *et al.*, 2002).

La pérdida por descarte fue significativamente menor en ambiente refrigerado el día 2 para acelga, a partir del día 2 en puerro y durante todo el almacenamiento en espinaca y cebolla de verdeo (Cuadro 1). Los manojos de radicheta y rúcula en ambiente no refrigerado fueron descartados totalmente al segundo día de almacenamiento, mientras que en cámara frigorífica esto ocurrió al quinto y al sexto día, sin y con hidratación respectivamente (Fig. 1). Es importante destacar que además de las menores pérdidas debidas a la utilización de la cámara frigorífica, se incrementó el período de almacenamiento con calidad comercial de las hortalizas evaluadas.

La interacción entre la práctica de hidratación y el tiempo mostró un aumento en la pérdida solamente en el segundo día de almacenamiento en acelga, donde fueron descartados los manojos no refrigerados y al cuarto día los refrigerados. En cebolla de verdeo se observó un comportamiento similar pero el descarte ocurrió al día 4 y 5 de almacenamiento (Cuadro 3).

La hidratación en ambiente no refrigerado aumentó el porcentaje de descarte para acelga y cebolla de verdeo. En ésta última especie debido a su sensibilidad al exceso

de humedad que junto con temperaturas elevadas, generaron podredumbres como ocurrió en estudios anteriores en época otoñal (Rotondo *et al.*, 2013).

El descarte en el ambiente refrigerado, fue similar en los tratamientos con y sin hidratación, para todas las especies evaluadas (Cuadro 1).

El uso de cinta como material de sujeción de los manojos no tuvo efecto sobre la conservación, debido a que no fue posible determinar diferencias estadísticas en ninguna especie evaluada con respecto a *Stipa* sp (Cuadro 3).

Pérdida o ganancia de peso por agua (%): en las condiciones evaluadas, en general, el almacenamiento en cámara frigorífica redujo significativamente el porcentaje de pérdida de agua. En acelga este comportamiento se observó en el segundo día de almacenamiento y en cebolla de verdeo la pérdida de agua fue menor a partir del día 2 mientras que en radicheta, puerro y espinaca fue durante todo el almacenamiento (Cuadro 2). Analizando la interacción entre ambiente e hidratación se observó que las pérdidas de peso por agua en ambiente no refrigerado, fueron menores cuando se hidrató en caso de acelga, rúcula y radicheta. Este comportamiento fue observado en otras hortalizas en época otoñal (Firpo *et al.*, 2012). La hidratación en cebolla de verdeo, disminuyó las pérdidas de peso por agua en ambos ambientes de almacenamiento.

La hidratación, en ambos ambientes, no solo disminuyó la pérdida de agua, sino que resultó en un incremento medido como ganancia de peso en algunos tratamientos (Cuadro 2). En acelga por ejemplo, se obtuvo un incremento (expresado aquí en valores negativos) de 3,85 %

en promedio de ambos atados, para los manojos refrigerados e hidratados. Esto pudo deberse porque la inmersión de los productos generó un aumento de agua libre en superficie y/o en los tejidos, situación que minimizó la deshidratación y mantuvo la calidad durante un mayor tiempo de conservación, principalmente en ambiente no refrigerado (Firpo *et al.*, 2012). De lo explicado anteriormente surgió que la respuesta a la hidratación en condiciones no refrigeradas, se debería al menor potencial hídrico de la planta, que pudo generar un ingreso de agua a la misma. En ambiente refrigerado no se da la misma respuesta ya que la cinética del agua se ve reducida por la baja temperatura (Taiz & Zeiger, 2010).

Pequeñas pérdidas de peso (entre 3 y 6 %), son suficientes para causar marchitez y deshidratación (Nunes *et al.*, 2009). Estos procesos son importantes y rápidos en hortalizas foliáceas o con parte de tejidos en activo crecimiento (Namesny, 1993). En los tejidos vegetales el agua tiende a moverse espontáneamente desde las zonas con mayor potencial hídrico a las de menor (Barceló Coll *et al.*, 1987). Este movimiento del agua, en cualquier sistema puede verse disminuido por los factores que reducen la presión de vapor relativa, como puede ser el descenso de la temperatura (Kramer, 1983).

El material de sujeción de los manojos no mostró efecto sobre la disminución del peso por pérdidas de agua en acelga, puerro y espinaca. En rúcula la pérdida de peso por agua fue menor cuando se sujeta con cinta, en ambiente refrigerado. Se obtuvo el mismo resultado en radicheta y cebolla de verdeo pero en ambiente no refrigerado.

Pérdida de peso total (%): al medir ésta pérdida se observó que los valores fueron

muy similares al descarte ya que el mismo representa la mayor proporción de las pérdidas durante el almacenamiento, en comparación a la pérdida gravimétrica directa que representa el agua (Cuadro 3). El comportamiento de las especies fue diferencial con respecto a las interacciones entre factores, esta situación probablemente se debería a la influencia de diferentes estructuras morfológicas, comportamiento fisiológico, relación superficie-volumen, daños superficiales, estado de madurez y el manejo cultural realizado en cada hortaliza (Kader, 2007).

CONCLUSIONES

La conservación refrigerada, con o sin hidratación, disminuyó las pérdidas poscosecha. Esto se debió a la reducción del descarte y la pérdida de agua en todas las especies evaluadas. Se incrementó el período de almacenamiento en todas las especies evaluadas, destacándose en espinaca, radicheta y rúcula.

Durante la conservación no refrigerada aumentaron las pérdidas por descarte en acelga y cebolla de verdeo. Las pérdidas de peso por agua se redujeron en acelga, radicheta y rúcula almacenadas en ambiente no refrigerado y en ambos ambientes en puerro y cebolla de verdeo.

Al utilizar la cinta como material de sujeción no se pudieron obtener diferencias estadísticas en el descarte en ninguna especie evaluada con respecto al atado mediante el uso de Stipa sp. Las pérdidas de peso por agua disminuyen en ambiente refrigerado en rúcula y no refrigerado en radicheta y cebolla de verdeo.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- **BARCELÓ COLL, J; RODRIGO, G; SABATER GARCÍA, B; SÁNCHEZ TAMÉS, R.** 1987. *Fisiología Vegetal*. 4^o edición. 787 pp
- 2.- **DECOENE, C.** 2001. Diagramme de la distribution de fruits et légume frais. *Infos-Ctifl*, N°168 Enero-Febrero de 2001.
- 3.- **FERRATTO, J. FIRPO, I.; ORTIZ MACKINSON, M.; ROTONDO, R. & C. BELTRAN.** 2012. Pérdidas poscosecha de hortalizas en negocios minoristas, con distintos sistemas de manejo, en Rosario, Santa Fe Argentina. *Horticultura Argentina* 31(75): 21-27.
- 4.- **GUSTAVSSON, J; CEDERBERG, C; SONNESSON, U; VAN OTTERDIJK R. & A. MEYBECK.** 2011. Global food losses and food waste. Extent, causes and prevention. *FAO*. 29 pp.
- 5.- **HANDENBURG, R.; WATADA, A. & C. YI WANG.** 1988. Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de floristerías y viveros. 149 pp.
- 6.- **KADER, A.** (ed.) 2007. *Tecnología poscosecha de cultivos hortofrutícolas*. (3^o edición). Serie de Horticultura Poscosecha N° 24. Traducción de la Publicación 3311 de ANR. Universidad de California. 571 pp.
- 7.- **KRAMER, P.** 1983. *Water Relations in Plants*, Academic Press, New York. Plenum 520-536.
- 8.- **MONDINO, M.C.; FERRATTO, J.; FIRPO, I.; ROTONDO, R.; ORTIZ MACKINSON, M.; GRASSO, R.; CALANI, P. & A. LONGO.** 2007. Pérdidas poscosecha de lechuga, en la región de Rosario, Argentina. *Horticultura Argentina* 26(60): 17-24.
- 9.- **NAMESNY VALLESPER, A.** 1993. Post-recolección de hortalizas. Vol. I-Hortaliza de hoja, tallo y flor. *Compendio de Horticultura 1*. Ediciones de Horticultura S. L. 330 pp.
- 10.- **NUNES, M.; EDMOND, J.; RAUTH, M.; DEA, S. & K. CHAU.** 2009. Environmental conditions encountered during typical consumer retail display affect fruit and vegetable quality and waste. *Postharvest Biology and Technology* 51: 232-241.
- 11.- **NUNES, M.C; EMOND, J.P, DEA, S. & Y. YAGIZ.** 2011. Distribution center and retail conditions affect the sensory and compositional quality of bulk and packaged slicing cucumbers. *Postharvest Biology and Technology* 59: 280-288.
- 12.- **ROTONDO, R.; FERRATTO, J.; FIRPO, I.; MONDINO, M.C. & P. COSOLITO.** 2013. Efecto del ambiente de almacenamiento, la hidratación y el material de sujeción de los manojos, en las pérdidas poscosecha de hortalizas de hoja, a nivel minorista. *Horticultura Argentina* 32(77): 5-13.
- 13.- **TAIZ, L. & E. ZEIGER.** 2010. *Plant physiology*. Ed. Fifth. 764 pp.
- 14.- **TREVOR, V. & M. CANTWELL.** 2011. Recommendations for maintaining postharvest quality. Acceso enero 2011. Disponible en <http://postharvesttechnology.ucdavis.edu/Produce/Produce Facts/Veg>.
- 15.- **VILLENEUVE, S.; ÉMOND, J.; MERCIER, F. & M. NUNES.** 2002. Analyse de la température de l'air dans un comptoir réfrigéré. *Revue Générale du Froid* 1025: 17-21.
- 16.- **WILLS, R.; MCGLASSON, B.; GRAHAM, D. & D. JOYCE.** 1999. *Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas y hortalizas y plantas ornamentales*. Segunda edición. 224 pp