

## HORTICULTURA

# Efecto del ambiente de almacenamiento, la hidratación y el material de sujeción de los manojos, en las pérdidas poscosecha de hortalizas de hojas, a nivel minorista

R. Rotondo<sup>1</sup>; J. Ferratto<sup>1-3</sup>; I. Firpo<sup>1</sup>; C. Mondino<sup>1</sup> y P. Cosolito<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Cultivos Intensivos, Horticultura. <sup>2</sup>Cátedra de Estadística, Facultad de Ciencias Agrarias, UNR. CC 14 (S2125ZAA). <sup>3</sup>Investigador CIUNR. [rotondorosana@gmail.com](mailto:rotondorosana@gmail.com)

Recibido: 10/4/12

Aceptado: 8/4/13

### Resumen

Rotondo, R.; Ferratto, J.; Firpo, I.; Mondino, C. y Cosolito, P. 2013. Efecto del ambiente de almacenamiento, la hidratación y el material de sujeción de los manojos, en las pérdidas poscosecha de hortalizas de hojas, a nivel minorista. *Horticultura Argentina* 32 (77): 5-13.

Los productos frutihortícolas presentan pérdidas después de la cosecha. Prácticas que minimicen la respiración, transpiración y daños mecánicos permitirían prolongar la vida de estante de estos productos. El objetivo de este estudio fue evaluar en acelga, cebolla de verdeo, puerro, rúcula y radicheta las pérdidas poscosecha, por efecto del ambiente de almacenamiento, la hidratación y el material de sujeción de los manojos, durante la distribución minorista, en época otoñal (30 de mayo al 8 de junio de 2011). Ambientes de almacenamiento: cámara frigorífica a 3,4 °C; 97 % HR y ambiente no refrigerado a 13 °C y 81 % HR. Hidratación: con y sin inmersión en agua clorinada, cada día de medición. Material

de sujeción de manojos: *Stipa* sp. y cinta. Las variables evaluadas en el día 1, 3, 5, 7 y 9 luego de la cosecha fueron la pérdida de peso por descarte, pérdida o ganancia de peso por agua y pérdidas totales, expresadas en porcentaje. La unidad experimental fue el manojito de hortaliza, con cuatro repeticiones por tratamiento. En el análisis estadístico se aplicó un modelo de medidas repetidas en el tiempo con procedimiento MIXED de SAS. El almacenamiento en cámara produjo menor pérdida total (19,4 %) que en el ambiente sin refrigerar (72,3 %). La hidratación determinó una menor pérdida (37,3 %) frente a las hortalizas no hidratadas (54,4 %). El manojito atado con cinta disminuyó el descarte en radicheta y las pérdidas totales en puerro. El almacenamiento en cámara y la hidratación redujeron las pérdidas poscosecha en acelga, rúcula, puerro y radicheta.

**Palabras clave adicionales:** cámara frigorífica, calidad.

### Abstract

Rotondo, R.; Ferratto, J.; Firpo, I.; Mondino, C. and Cosolito, P. 2013. Effect of storage environment, hydration and material for holding bunches on post-harvest losses of leafy vegetables, at retail level. *Horticultura Argentina* 32 (77): 5-13.

Fruits and vegetables present losses after harvest. Practices that minimize respiration, transpiration and mechanical damage would increase their shelf life. The objective of this work was to evaluate post-harvest losses of Swiss chard, green onions, leeks, radish and rocket by the effect of the storage environment, hydration and material used for holding bunches during retail distribution, in autumn (May 30 to June 8, 2011). Storage environments: cold room (3.4 °C, 97 % RH) and non-refrigerated environment (13 °C, 81 % RH); Hydration: with and without immersion in chlorinated water on each day of measurement; Materials used for holding bunches:

with *Stipa* sp. or tape. Variables evaluated on days 1, 3, 5, 7 and 9 after harvest were: weight loss by discard, loss or gain of weight by water, and total losses, in percentage. The experimental unit was the bunch with four replicates per treatment. A model of repeated measurements over time with MIXED procedure of SAS was used for the statistical analysis. The cold room storage produced less total loss (19.4 %) than the non-refrigerated environment (72.3 %). Losses in hydrated bunches were lower (37.3 %) than in non-hydrated ones (54.4 %). Bunches held with tape decreased discard in radish and total losses in leek. Cold room storage and hydration reduced post-harvest losses in Swiss chard, rocket, leek and radish.

**Additional keywords:** cold room storage, quality.

## 1. Introducción

En la producción mundial de alimentos destinada al consumo humano, se genera una pérdida de un 30 % que equivale a 1,3 billones de toneladas por año. Dichas pérdidas se producen a lo largo de toda la cadena, desde la producción primaria hasta el consumidor (Gus-

tavsson *et al.*, 2011). Las hortalizas como alimento humano están sujetas a la misma problemática.

La crisis producida en el sector frutihortícola es atribuible, entre otros factores, a las pérdidas poscosecha. Existe falta de información que no permite realizar diagnósticos adecuados para establecer acciones que le brinden mayor competitividad al sector (Mon-

dino *et al.*, 2007). Esto se debe a la dificultad para evaluar las pérdidas en numerosas especies y la no existencia de métodos universales para su medición (De-coene, 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 poseen una alta perecibilidad debido a su elevada transpiración, actividad respiratoria y susceptibilidad a los daños físicos, que pueden producir pérdidas, 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 temperatura y humedad no adecuadas, situación que lleva a generar disminución de peso y daño en la apariencia (Nunes *et al.*, 2011). El principal componente de estos productos es el agua (80-95 % de su peso) y la pérdida de la misma trae como consecuencia una apreciable disminución del peso, produciendo una importante pérdida económica.

Por otro lado, se produce un alto porcentaje de descarte generado por enfermedades, alteraciones fisiológicas, flacidez y daños físicos. La forma de sujetar algunas hortalizas en manojos para su comercialización, como así también los materiales utilizados 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 aplicación de procedimientos y técnicas más adecuadas durante el manejo poscosecha en los negocios minoristas, tales como la reducción del tiempo desde cosecha a la venta, transporte apropiado, conservación en condiciones adecuadas de temperatura y humedad y la hidratación, permiten reducir significativamente las pérdidas (Ferratto *et al.*, 2012).

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 *et al.*, 1988).

La inmersión de los productos en agua, durante un tiempo determinado (que en el presente trabajo es llamado hidratación), 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 poscosecha, debidas principalmente al descarte (Ferratto *et al.*, 2012).

El objetivo del ensayo fue cuantificar e identificar las pérdidas poscosecha de acelga (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*), cebolla de verdeo (*Allium cepa* L.), puerro

(*Allium ampeloprasum* L.), rúcula (*Eruca sativa* Mill.) y radicheta (*Cichorium intybus* L.) a nivel minorista, bajo distintas condiciones de ambiente de almacenamiento, hidratación y material de sujeción de los manojos.

## 2. Materiales y métodos

El ensayo se realizó en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario (Zavalla, Santa Fe, 33° 01' S y 60° 53' W), desde el 30 de mayo al 8 de junio de 2011. El material vegetal (acelga, rúcula, cebolla de verdeo, puerro y radicheta) fue cosechado en un establecimiento productivo localizado a 10 km de la ciudad de Rosario. Luego de la cosecha y atado (con *Stipa* sp. y cinta), 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 e instalar los diferentes tratamientos (día 1).

El material vegetal utilizado respetó los parámetros de calidad según Trevor y Cantwell (2011) y el criterio de los autores para nuestra región, representando el punto de vista del consumidor. En todos los casos las hortalizas presentaban hojas túrgidas, tiernas, limpias, sin daños mecánicos, libres de plagas y enfermedades.

**Acelga:** hojas de tamaño grande (30 a 40 cm), con peciolo de menor longitud que la lámina y color verde brillante. Los manojos utilizados fueron de 1 a 1,2 kg.

**Cebolla de verdeo:** con bulbo no desarrollado y de coloración morada, sin abundantes raíces, cuello medio (2 cm) y hojas verde oscuro. Los manojos contenían 5 o 6 plantas.

**Puerro:** con pocas raíces, falso tallo alargado, grueso (más de 2 cm) y hojas brillantes. Los manojos contenían 5 o 6 plantas.

**Radicheta:** hojas de tamaño medio (20 cm), con peciolo de menor longitud que la lámina y color verde brillante. Los manojos fueron de 350 a 400 g.

**Rúcula:** hojas de tamaño medio (10 a 15 cm), con peciolo más corto que la lámina y color verde brillante. Los manojos fueron de 250 a 300 g.

Las variables determinadas durante 1, 3, 5, 7 y 9 días de almacenamiento fueron:

**Pérdida de peso por descarte (%):** corresponde a hojas rotas, amarillas, deshidratadas, enfermas, con podredumbres y base de tallo con evidencia de pardeamiento. Todos los días de medición se pesó cada muestra con una balanza digital; luego se retiraron del vegetal las partes que no respondían a los parámetros de calidad mencionados anteriormente y se pesó el descarte en g. Se calculó el porcentaje de pérdida de

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

Especie	Tratamiento		Día 3	Día 5	Día 7	Día 9	P>F A	P>F H	P>F M	P>F D	Int A-H	Int A-D	Int H-D	
Acelga	Refrigerado	Hidratado	Cinta	3,8	2,7	0	0							
			Stipa	0	7	7,6	0							
		No hidratado	Cinta	3,9	6	0								
			Stipa	0	6,4	0	0,0001 (**)	0,0001 (**)	0,8936 (ns)	0,0001 (**)	0,0001 (**)	0,0001 (**)	0,0001 (**)	0,0001 (**)
	No refrigerado	Hidratado	Cinta	0	18	0								
			Stipa	0	24,6	0								
		No hidratado	Cinta	1,4	100									
			Stipa	2,9	100									
Cebolla de verdeo	Refrigerado	Hidratado	Cinta	3,2	7,6	8,3	0							
			Stipa	4,1	3,1	19,4	0							
		No hidratado	Cinta	3,1	14,2	1	14,6							
			Stipa	7	9,3	10,5	9,6	0,0001 (**)	0,0001 (**)	0,4011 (ns)	0,0001 (**)	0,0001 (**)	0,0001 (**)	0,0001 (**)
	No refrigerado	Hidratado	Cinta	19,5	28,8	100								
			Stipa	24,4	22,6	100								
		No hidratado	Cinta	12,5	22,2	13,9	0							
			Stipa	16,8	22,7	16,4	0							
Puerro	Refrigerado	Hidratado	Cinta	3,9	1,9	12,9	0							
			Stipa	4,6	18,3	8,7	0							
		No hidratado	Cinta	3,5	18,2	7,6	0							
			Stipa	3,9	22,5	5,8	0	0,0001 (**)	0,0467 (*)	0,1633 (ns)	0,0001 (**)	0,3503 (ns)	0,0001 (**)	0,0009 (**)
	No refrigerado	Hidratado	Cinta	9,2	17	17,6	0							
			Stipa	13,2	14,7	30,7	0							
		No hidratado	Cinta	10	26,7	29,5	0							
			Stipa	7	30,2	22,5	0							
Radicheta	Refrigerado	Hidratado	Cinta	2,7	21,5	0	23,7							
			Stipa	1,4	24,2	0	19,2							
		No hidratado	Cinta	2,9	14,7	10,1	0							
			Stipa	1,9	26,7	12,5	0	0,0001 (**)	0,0001 (**)	0,0362 (*)	0,0001 (**)	0,0601 (ns)	0,0001 (**)	0,0438 (*)
	No refrigerado	Hidratado	Cinta	24,5	41,7	100								
			Stipa	26,5	42,8	100								
		No hidratado	Cinta	26,6	58,6	100								
			Stipa	32,8	63,5	100								
Rúcula	Refrigerado	Hidratado	Cinta	14,8	9,8	0								
			Stipa	13,5	5,8	0								
		No hidratado	Cinta	20,9	13,3	0								
			Stipa	18,1	9,5	0	0,0001 (**)	0,0894 (ns)	0,5053 (ns)	0,0001 (**)	0,0891 (ns)	0,0001 (**)	0,1280 (ns)	
	No refrigerado	Hidratado	Cinta	100										
			Stipa	100										
		No hidratado	Cinta	100										
			Stipa	100										

(\*\*): Diferencia estadística altamente significativa (1 %); (\*): Diferencia estadística significativa (5 %); (ns): sin diferencia estadística. Factores: A (ambientes); H (hidratación); M (material de sujeción); D (días). Interacciones: A-H (ambiente-hidratación); A-D (ambiente-día); H-D (hidratación-día).

peso 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. Todos los días de medición se pesó cada muestra completa (en g) con balanza digital. Se calculó el porcentaje de pérdida de peso tomando en cuenta el peso de la muestra del día anterior (luego de haberse retirado el descarte del día anterior).

**Pérdida de peso total (%):** suma de las dos anteriores, para todas las especies.

Los tratamientos evaluados para cada hortaliza fueron la combinación de los siguientes factores con dos niveles cada uno:

#### 1. Ambiente de almacenamiento:

Ambiente refrigerado: cámara frigorífica con temperatura controlada (3,4 °C y 97 % HR).

Ambiente no refrigerado: sala a temperatura ambiente (13,0 °C y 81 % HR).

**2. Hidratación:** consistió en sumergir las hortalizas en agua clorinada (50 ppm de cloro activo) a 19 °C y 7,2 pH, durante 5 minutos, en cada día de medición.

Con hidratación: realizando inmersión.

Sin hidratación: sin realizar inmersión.

#### 3. Material de sujeción de los manojos:

Cinta: atado de los manojos con cinta de papel adhesiva de 2 cm de ancho.



Figura 1. Radicheta en manojos con material de sujeción cinta (izquierda) y con *Stipa* sp. (derecha), en ambiente sin refrigerar y sin hidratación, al día 3 de almacenamiento.

*Stipa* sp.: atado con *Stipa* sp. “pasto fuerte”, graminea utilizada en la zona para sujetar atados.

La temperatura y humedad relativa fueron monitoreadas diariamente en cada ambiente con *data loggers*, (Hobo® U10 Temp/RH data logger, Onset Computer Corporation, Pocasset, MA USA).

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

La unidad experimental fue el manojito 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.

### 3. Resultados y discusión

**Pérdida de peso por descarte (%):** la calidad visual de las especies evaluadas disminuyó durante el período analizado. En general el almacenamiento en cámara frigorífica y la hidratación redujeron significativamente el porcentaje de descarte (Tabla 1). Sin embargo en cebolla de verdeo el proceso de inmersión en agua, aumentó la pérdida a partir del séptimo día (13,85 %, promedio de atado con cinta y *Stipa* sp.) comparado con el no hidratado (5,75 %). Esto podría deberse a la sensibilidad de esta especie al exceso de humedad que generó podredumbres.

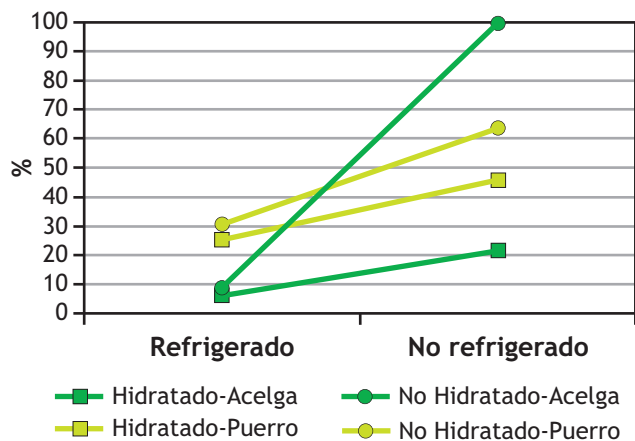


Figura 2. Puerro en ambiente refrigerado (izquierda) y ambiente no refrigerado (derecha), al día 5 de almacenamiento. UNR, Zavalla, Santa Fe.

**Tabla 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	Día	3	5	7	Día 9	P>F A	P>F H	P>F M	P>F D	Int A-H	Int A-D	Int H-D
Acelga	Refrigerado	Hidratado	Cinta	-	1,1	-0,8	1,3						
		Stipa	-3	0,4	-0,9	2,4							
	No refrigerado	No hidratado	Cinta	3,1	1,3	1,5							
		Stipa	2,8	1,8	1,2		0,0002 (**)	0,0001 (**)	0,4658 (ns)	0,0060 (**)	0,4303 (ns)	0,0407 (*)	0,0004 (**)
	No refrigerado	Hidratado	Cinta	-	0,6	0,1							
		Stipa	1,9	0	3								
	No refrigerado	No hidratado	Cinta	6,1	4,1								
		Stipa	4	7,3									
Cebolla de verdeo	Refrigerado	Hidratado	Cinta	-20	-	-1,8	-						
		Stipa	-13	-	-0,5	-							
	No refrigerado	No hidratado	Cinta	2,2	3,5	1,5	2						
		Stipa	2,2	3,7	3,9	2,1	0,2139 (ns)	0,0001 (**)	0,8052 (ns)	0,0001 (**)	0,0002 (**)	0,4406 (ns)	0,0001 (**)
	No refrigerado	Hidratado	Cinta	-19	0,5	-6,3							
		Stipa	-12	-	-5,2								
	No refrigerado	No hidratado	Cinta	8,1	4,9	3,9	1,9						
		Stipa	4,9	4	2,2	1,3							
Puerro	Refrigerado	Hidratado	Cinta	-	-	-0,6	-						
		Stipa	-	1,3	-3,8	-							
	No refrigerado	No hidratado	Cinta	4,3	3,2	1,9	1,5						
		Stipa	3,3	2,6	-4,2	0,9	0,1036 (ns)	0,0001 (**)	0,3823 (ns)	0,1357 (ns)	0,1867 (ns)	0,0477 (*)	0,0005 (**)
	No refrigerado	Hidratado	Cinta	-	-	-0,5	-						
		Stipa	-	-	-1	-							
	No refrigerado	No hidratado	Cinta	5,9	3,9	3,2	2,2						
		Stipa	4,1	2,7	5,4	1,4							
Radicheta	Refrigerado	Hidratado	Cinta	2	-	-3,6	6,1						
		Stipa	-3	2,3	-2,8	-							
	No refrigerado	No hidratado	Cinta	2,5	3,7	3,3	3						
		Stipa	2,9	2,6	2,9	4,4	0,0001 (**)	0,0001 (**)	0,0766 (ns)	0,0024 (**)	0,0010 (**)	0,0005 (**)	0,0005 (**)
	No refrigerado	Hidratado	Cinta	3	-	2,9							
		Stipa	-4	-	2,7								
	No refrigerado	No hidratado	Cinta	7	8,1	10,3							
		Stipa	3,3	5,3	12,1								
Rúcula	Refrigerado	Hidratado	Cinta	-	2,5	3,3							
		Stipa	-	0,9	3,4								
	No refrigerado	No hidratado	Cinta	3	5,5	5,1							
		Stipa	4,4	6,5	4,1		0,092 (*)	0,0001 (**)	0,8090 (ns)	0,0948 (ns)	0,3626 (ns)	0,0675 (ns)	0,0001 (**)
	No refrigerado	Hidratado	Cinta	-									
		Stipa	-										
	No refrigerado	No hidratado	Cinta	7,6									
		Stipa	8,3										

(\*\*): Diferencia estadística altamente significativa (1 %); (\*): Diferencia estadística significativa (5 %); (ns): sin diferencia estadística. Factores: A (ambientes); H (hidratación); M (material de sujeción); D (días). Interacciones: A-H (ambiente-hidratación); A-D (ambiente-día); H-D (hidratación-día).

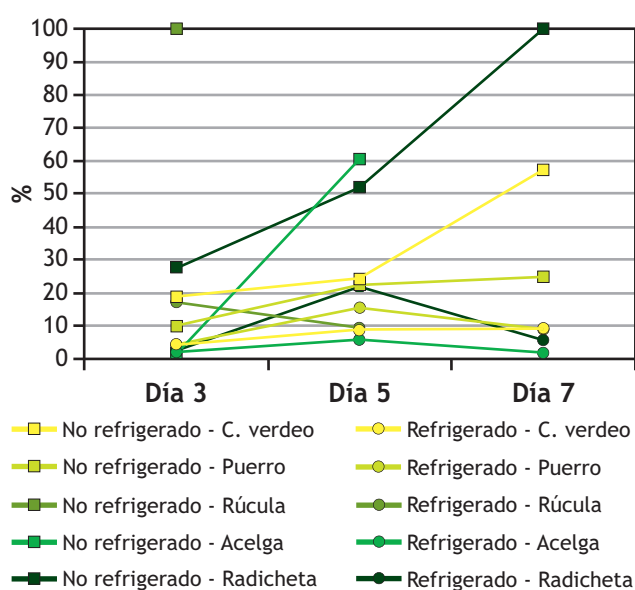


**Figura 3.** Interacción entre ambiente de almacenamiento e hidratación, para la variable pérdida de peso por descarte (%) en acelga y puerro.

El material de sujeción cinta mostro diferencias estadísticas en radicheta ( $F = 4,52$ ;  $P < 0,05$ ) reduciendo el descarte (Figura 1). En puerro la pérdida por descarte fue significativamente menor en los manojos sujetos con cinta y existió interacción del material de sujeción con el ambiente refrigerado y la hidratación (Figura 2).

En cuanto a las interacciones entre ambientes e hidratación, se observó que las hortalizas evaluadas expresaron un comportamiento diferente.

En el ambiente refrigerado, el descarte fue similar en los tratamientos con y sin hidratación, para acelga, radicheta, cebolla de verdeo y puerro, en cambio en rúcula la hidratación disminuyó el descarte (Tabla 1).



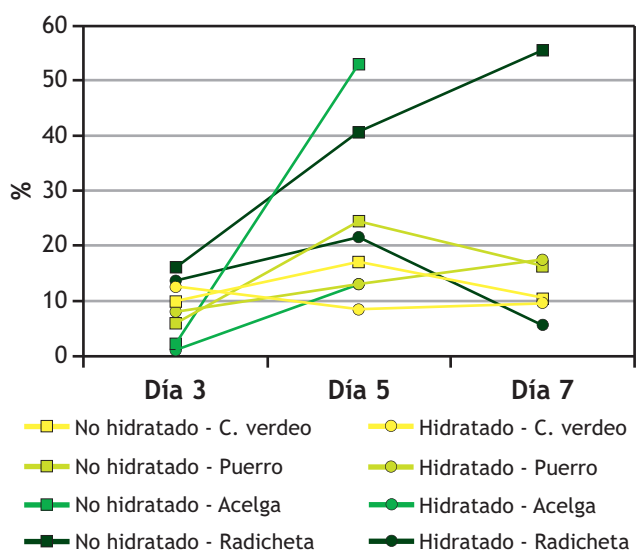
**Figura 4.** Interacción entre ambiente y días de almacenamiento para la variable pérdida de peso por descarte (%), en acelga, cebolla de verdeo, puerro, radicheta y rúcula.

La hidratación en ambiente no refrigerado disminuyó el porcentaje de descarte para acelga y puerro (Figura 3). No ocurre así en cebolla de verdeo, que lo aumentó, principalmente por podredumbres. La aplicación de frío e hidratación en rúcula no sólo disminuyó la pérdida sino que permitió prolongar la vida útil hasta el séptimo día de almacenamiento, mientras que en ambiente no refrigerado, al tercer día se descartó totalmente.

Estos resultados pusieron de manifiesto que el uso de frío produjo un descarte del 19,8 % promediando todas las especies, los días de almacenamiento y la hidratación en comparación con lo ocurrido en el ambiente no refrigerado, que fueron del 69,7 % (ejemplo radicheta: Figura 1). Trabajos similares de Le Blanc *et al.* (1996) y Villeneuve *et al.*, (2002) mostraron que el almacenamiento en condiciones inadecuadas de temperatura y de humedad contribuyó a disminuir la calidad y aumentar las pérdidas por descarte en comercios minoristas.

El porcentaje de descarte en los ambientes de almacenamiento, a través del tiempo, varió diferencialmente en cada especie. La pérdida por descarte fue significativamente menor en ambiente refrigerado el día 3 para acelga, el día 1 para rúcula, a partir del día 1 para radicheta y verdeo. En puerro ocurrió lo mismo desde el día 1 al 7 de almacenamiento (Figura 4).

La práctica de hidratación a través del tiempo mostro diferente porcentaje de descarte en cada especie. La pérdida por descarte fue significativamente menor con hidratación el día 3 para acelga y puerro, a partir del día 3 para radicheta y a partir del día 5 para cebolla de verdeo (Figura 5).



**Figura 5.** Interacción entre hidratación y días de almacenamiento para la variable pérdida de peso por descarte (%), en acelga, cebolla de verdeo y puerro.

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

Especie	Tratamiento	Día	3	5	7	Día 9	P>F A	P>F H	P>F M	P>F D	Int A-H	Int A-D	Int H-D	
Acelga	Refrigerado	Hidratado	Cinta	-0,9	3,8	-0,8	1,3							
			Stipa	-3	7,4	6,7	2,4							
		No hidratado	Cinta	7	7,3	1,5								
			Stipa	2,8	8,2	1,2	0,0001	0,0001	0,8546	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	No refrigerado	Hidratado	Cinta	-1,4	18,6	0,1	(**)	(**)	(ns)	(**)	(**)	(**)	(**)	
			Stipa	1,9	24,6	3								
		No hidratado	Cinta	7,5	100									
			Stipa	6,9	100									
Cebolla de verdeo	Refrigerado	Hidratado	Cinta	-16	7,2	6,5	-0,8							
			Stipa	-8,9	2,6	18	-5,7							
		No hidratado	Cinta	5,3	17,7	2,5	16,6							
			Stipa	9,2	13	14,4	11,7	0,0001	0,0221	0,0751	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	No refrigerado	Hidratado	Cinta	0,5	29,3	100								
			Stipa	12,4	19,9	100	(**)	(*)	(ns)	(**)	(**)	(**)	(**)	
		No hidratado	Cinta	20,6	27,1	17,8	1,9							
			Stipa	21,7	26,7	18,6	1,3							
Puerro	Refrigerado	Hidratado	Cinta		0,6	12,3	-2,7							
			Stipa	1,8	19,6	4,9	-1,7							
		No hidratado	Cinta	7,8	21,4	9,5	1,5							
			Stipa	7,2	25,1	1,6	0,9	0,0001	0,0001	0,1962	0,0001	0,7438	0,0001	0,0001
	No refrigerado	Hidratado	Cinta	8,8	16,8	17,1	-3,5	(**)	(**)	(ns)	(**)	(ns)	(**)	(**)
			Stipa	9,9	12,3	29,7	-0,8							
		No hidratado	Cinta	15,9	30,6	32,7	2,2							
			Stipa	11,1	32,9	27,9	1,4							
Radicheta	Refrigerado	Hidratado	Cinta	4,7	20,8	-3,6	29,8							
			Stipa	-1,6	26,5	-2,8	17,6							
		No hidratado	Cinta	5,4	18,4	13,4	3							
			Stipa	4,8	29,3	15,4	4,4	0,0001	0,0001	0,3007	0,0001	0,3535	0,0001	0,0070
	No refrigerado	Hidratado	Cinta	27,5	39,2	100								
			Stipa	22,5	39,6	100	(**)	(**)	(ns)	(**)	(ns)	(**)	(**)	
		No hidratado	Cinta	33,6	66,7	100								
			Stipa	36,1	68,8	100								
Rúcula	Refrigerado	Hidratado	Cinta	10,6	12,3	3,3								
			Stipa	9,7	6,7	3,4								
		No hidratado	Cinta	23,9	18,8	5,1								
			Stipa	22,5	16	4,1	0,0001	0,0005	0,6548	0,0001	0,0005	0,0001	0,0082	
	No refrigerado	Hidratado	Cinta	100										
			Stipa	100			(**)	(**)	(ns)	(**)	(**)	(**)	(**)	
		No hidratado	Cinta	100										
			Stipa	100										

(\*\*): Diferencia estadística altamente significativa (1 %); (\*): Diferencia estadística significativa (5 %); (ns): sin diferencia estadística. Factores: A (ambientes); H (hidratación); M (material de sujeción); D (días). Interacciones: A-H (ambiente-hidratación); A-D (ambiente-día); H-D (hidratación-día).

**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, promedio de todas las especies, hidratación, días y material de sujeción. Una excepción fue cebolla de verdeo donde la misma fue similar en ambos ambientes de conservación (Tabla 2).

La hidratación, en ambos ambientes, disminuyó la pérdida de agua. Más aún, en esta experiencia resultó en ganancia de peso de 6,2 % (promedio de todas las especies y días para hidratado y no hidratado), ya que al sumergirse el producto generó un aumento de agua 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. De lo explicado anteriormente surge 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 mermas de peso (entre 3 y 6 %) son suficientes para causar marchitez y deshidratación (Nunes *et al.*, 2009). Es importante destacar que la transpiración debe ser reducida al mínimo para evitar la pérdida de peso y el marchitamiento del producto (Handenburg, 1988). Los problemas de deshidratación 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). El mismo, 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.

**Pérdida de peso total (%):** los datos obtenidos en esta variable presentaron un comportamiento muy similar al descarte (Tabla 3) ya que éste representa la mayor proporción de las pérdidas durante el almacenamiento.

El comportamiento de las especies fue diferencial con respecto a las interacciones entre factores; esta situación probablemente se deba 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).

#### 4. Conclusión

En las condiciones evaluadas, la conservación en cámara frigorífica disminuye la pérdida poscosecha, por la reducción del descarte y la pérdida de agua.

La hidratación reduce las pérdidas en acelga, puerro, radicheta y rúcula, principalmente almacenadas en ambiente no refrigerado.

La sujeción del manojito con cinta reduce las pérdidas en radicheta y puerro.

#### 5. Bibliografía

- Barceló Coll, J.; Rodrigo, G.; Sabater García, B. & Sánchez Tamés, R. 1987. Fisiología Vegetal. 4ª edición. 787 pp.
- Decoene, C. 2001. Diagramme de la distribution de fruits et légumes frais. Infos-Ctifl, N°168 Enero-Febrero de 2001.
- Ferratto, J.; Firpo, I.; Ortiz Mackinson, M.; Rotondo, R. & Beltran, C. 2012. Pérdidas poscosecha de hortalizas en negocios minoristas, con distintos sistemas de manejo, en Rosario, Santa Fe, Argentina. Revista Horticultura Argentina 31(75): mayo-agosto 2012; p.21-27. ISSN on-line 1851-9342.
- Gustavsson, J.; Cederberg, C.; Sonesson, U.; van Otterdijk, R. & Meybeck, A. 2011. Global food losses and food waste. Extent, causes and prevention. FAO.
- Handenburg, R.; Watada, A. & Yi Wang, C. 1988. Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de floristerías y viveros. Pag. 149.
- Kader, A.A. 2007. Tecnología poscosecha de cultivos hortofrutícolas. Universidad de California. Serie Horticultura Poscosecha N° 24. 571 pp.
- Kramer, P. 1983. Water Relations in Plants, Academic Press, New York.
- Le Blanc, D.; Stark, R.; Goguen, B. & Beaulieu, C. 1996. Perishable food temperature in retail stores. In: Proceeding of the Meeting of Commission C2 with Commissions B2, D1 and D2-3, International Institute of Refrigeration, pp 42-51.
- Mondino, M.C.; Ferratto, J.; Firpo, I.; Rotondo, R.; Ortiz Mackinson, M.; Grasso, R.; Calani, P. & Longo, A. 2007. Pérdidas poscosecha de lechuga, en la región de Rosario, Argentina. Horticultura Argentina 26(60): 17-24. ISBN 0327-3431.
- Namesny Vallespir, A. 1993. Post-recolección de hortalizas. Vol. I-Hortaliza de hoja, tallo y flor. Compendio de Horticultura 1. Ediciones de Horticultura S.L. pp 330.



- Nunes, M.; Edmond, J.; Rauth, M.; Dea, S. & Chau, K. 2009. Environmental conditions encountered during typical consumer retail display affect fruit and vegetable quality and waste. *Postharvest Biology and Technology* 51:232-241.
- Nunes, M.C.; Emond, J.P.; Dea, S. & Yagiz, Y. 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.
- Taiz, L. & Zeiger, E. 2010. *Plant physiology*. Ed. Fifth. pp. 764.
- Trevor, V. & Cantwell, M. 2011. Recommendations for maintaining postharvest quality. Acceso enero 2011. Disponible en <http://postharvesttechnology.ucdavis.edu/Produce/Produce Facts/Veg>
- Villeneuve, S.; Émond, J.; Mercier, F. & Nunes, M. 2002. Analyse de la température de l'air dans un comptoir réfrigéré. *Revue Générale du Froid* 1025, 17-21.