

---

## HORTICULTURA

---

# Efecto de distintos sistemas de producción y formas de sujeción sobre las pérdidas poscosecha de rúcula

Ortiz Mackinson, M.\*<sup>1</sup>; Grasso, R.<sup>1</sup>; Rotondo, R.<sup>1</sup>; Calani, P.<sup>1</sup>; Mondino, M.<sup>1-3</sup>; Balaban, D.<sup>1</sup>; Vita Larreau, E.<sup>1-4</sup>; Montian, G.<sup>1</sup>; Barbona, I.<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>AER INTA Arroyo Seco. <sup>4</sup>AER INTA Pago de los Arroyos. Mail: ortizmackinson@hotmail.com

Recibido: 19/09/2017

Aceptado: 28/11/2017

---

### RESUMEN

Ortiz Mackinson, M.; Grasso, R.; Rotondo, R.; Calani, P.; Mondino, M.; Balaban, D.; Vita Larreau, E.; Montian, G.; Barbona, I. 2017. Efecto de distintos sistemas de producción y formas de sujeción sobre las pérdidas poscosecha de rúcula. Horticultura Argentina 36 (91): 110 - 121.

Manejos adecuados en la producción de rúcula permitirían incrementar el rendimiento y mantener la calidad durante la poscosecha. El trabajo se realizó en la Facultad de Ciencias Agrarias, UNR en tres épocas, con el objetivo de evaluar el efecto de los sistemas de producción sobre las pérdidas poscosecha. Se analizaron los factores: 1) Sistemas de producción: invernadero, malla media sombra, manta flotante y campo, 2) Formas de sujeción: manjo y granel y 3) Días de almacenamiento en cámara frigorífica a 3 °C y 99% H.R. Variables medidas: pérdida de peso por descarte (%), pérdida de peso por agua (%) y color ( $L^*a^*b^*$ ). El diseño

fue DCA en arreglo factorial con 3 repeticiones, ajustando modelo de medidas repetidas en el tiempo con procedimiento MIXED de SAS, incluyendo los efectos de los factores y las interacciones. En pérdida de peso por descarte y por agua hubo interacción entre sistemas de producción y días de almacenamiento en las tres épocas, presentando el invernadero los menores valores. En primavera e invierno hubo interacción entre formas de sujeción y días de almacenamiento, mientras que en otoño entre sistemas y formas de sujeción. El atado produjo menores pérdidas de peso por agua. Para la variable color, manta flotante arrojó el mayor valor de  $L^*$  para las tres épocas. Para  $a^*$ , manta flotante y media sombra, en general presentaron menor valor. Para  $b^*$  los resultados fueron dispares para las tres épocas de cultivo.

**Palabras claves adicionales:** invernadero, media sombra, manta flotante, *Eruca sativa* Mill.

### ABSTRACT

Ortiz Mackinson, M.; Grasso, R.; Rotondo, R.; Calani, P.; Mondino, M.; Balaban, D.; Vita Larreau, E.; Montian, G.; Barbona, I. 2017. Effect of different production

systems and fastening methods on post-harvest losses in rocket. Horticulture Argentina 36 (91): 110 - 121.

Appropriate handling in rocket salad production would allow increasing yield and maintaining quality during postharvest. This work was carried out in the College of Agricultural Sciences, UNR, in three seasons, with the objective of evaluating the effect of production systems on postharvest losses. The factors analyzed were: 1) Production systems: greenhouse, shadecloth, frost protection fleece fabric, and open field; 2) fastening method: without fastening and in bunches; and 3) storage days in a cold room at 3 °C and 99% RH. The variables measured were: weight loss due to discarding, weight loss by water (%), and color ( $L^*a^*b^*$ ). The experiment was performed with a completely randomized design in a factorial arrangement with 3 replications, adjusting the model of repeated measures over time with the SAS MIXED procedure, including the effects of factors and

interactions. For the variables weight loss by water and loss by discarding, there was interaction between production system and storage length in all three seasons, with the lowest values for greenhouse grown plants. In spring and winter, there was interaction between fastening method and days of storage, whereas in the fall there was interaction between production system and fastening method. Fastening in bunches produced lower weight losses by water. For the variable color, the highest  $L^*$  value was obtained with frost protection fleece fabric in all three seasons. In general,  $a^*$  presented lower values with frost protection fleece fabric and shadecloth. The values of  $b^*$  differed among the three growing seasons.

**Additional keywords:** greenhouse, shadecloth, frost protection fleece fabric, *Eruca sativa* Mill.

## 1. Introducción

Las hortalizas poseen una alta perecibilidad debido a su elevada transpiración, actividad respiratoria, susceptibilidad a los daños físicos y enfermedades, que pueden producir pérdidas, daños y una reducción de la calidad organoléptica si no son controladas adecuadamente. La forma de sujetar algunas hortalizas en manojos, provocan daños que disminuyen la calidad y la posibilidad de comercialización. Se estiman considerables las pérdidas en cantidad y calidad de la producción anual en el país, que ocurren entre la cosecha y el consumo. Estas pérdidas son ocasionadas básicamente por condiciones de producción inadecuadas, causas mecánicas, desórdenes fisiológicos y enfermedades causadas por microorganismos (Mondino *et al.*, 2007; Nunes *et al.*, 2011). Si bien fue demostrado que el almacenamiento en cámara frigorífica disminuye el descarte de hortalizas de hoja (Firpo *et al.*, 2012), es importante establecer la influencia que tienen los sistemas de producción sobre el comportamiento poscosecha de rúcula en diferentes momentos de cosecha.

El cultivo de rúcula en Argentina es relativamente nuevo, se produce en los cinturones hortícolas que rodean los principales centros urbanos de todo el país (Censo Nacional Agropecuario, 2002). En los últimos años se ha observado una demanda creciente de esta hortaliza, sobre todo en las grandes ciudades como Buenos Aires, Córdoba y Rosario (Ferratto *et al.*, 2010). Su empleo se ha incrementado para saborizar ensaladas, embutidos, pizzas, pastas, risottos y aperitivos (Morales & Janick, 2002).

El Cinturón Hortícola de Rosario es el más importante de la provincia de Santa Fe, no sólo por su producción sino también por la actividad comercial. La misma se realiza principalmente a través de dos mercados concentradores que abastecen a más de 2,5 millones de habitantes (Ferratto *et al.*, 2010). En esta región se realiza una gran diversidad de cultivos hortícolas, entre los que se destaca la rúcula, que en los últimos años ha cobrado gran importancia comercial. Se visualizó un incremento de 30 ha en el último censo realizado en

2012 (Grasso *et al.*, 2013), en comparación al de 2008 (Ferratto *et al.*, 2009); esto representa un aumento del 43%.

La composición y calidad de los productos hortícolas generalmente es influenciada por distintos factores de precosecha, interrelacionados entre sí. Los mismos pueden ser el material genético, estado fisiológico del órgano cosechado, condiciones agroecológicas en las que se desarrolla el cultivo, fertilización, tecnología de producción, momento de cosecha, entre otros. Unos dependen intrínsecamente de la propia planta y son la integración del flujo de energía, agua y nutrientes y otros son de tipo genético, ambiental y de cultivo (Romojaro Almela *et al.*, 2007). Por lo tanto, la calidad comienza a determinarse mucho antes de la cosecha y es importante conocer la manera en que estos factores afectan el comportamiento de las hortalizas luego de la misma (Gaviola, 1996; Chiesa, 2010).

En los últimos años el uso de sombreaderos, agrotexiles e invernaderos ha tenido una gran difusión entre los productores. Estos sistemas permiten el aumento de la calidad comercial y continuidad de la producción durante todo el año, presentando así un valor estratégico en el esquema de comercialización y vida poscosecha (Ferratto *et al.*, 2010).

Los sombreaderos o umbráculos, son estructuras que sostienen malla media sombra, con el objetivo de reducir la radiación, la temperatura a nivel de hojas, la evapotranspiración, aumentar la humedad relativa del ambiente y regular la humedad a nivel del suelo. Tienen un importante desarrollo, dado la reducción de los costos de inversión respecto a los invernaderos y la posibilidad de lograr mejores condiciones de cultivo en verano que al aire libre. En el sur de la provincia de Santa Fe, en época estival, su utilización es una alternativa para que los productores puedan competir con la producción proveniente de otras zonas del país, donde el verano es más benigno. Es importante extender su utilización a otras épocas del año, para amortizar más rápidamente la inversión (Ferratto *et al.*, 2010).

Las mantas flotantes, también llamadas agrotexiles, son plásticos (polietileno, poliéster, polipropileno, etc.), de fibras no tejidas, que constituyen un material muy liviano y de buena porosidad (Ferratto *et al.*, 2010). Las mismas se utilizan para proteger las plantas contra vientos y como protección contra las heladas, logrando una diferencia térmica de aproximadamente 2 °C entre el interior de la manta y el aire libre. Se colocan directamente sobre el cultivo sin ningún tipo de estructura de soporte, generalmente en cultivos de hoja. En algunos, se utilizan como barrera para reducir la entrada de insectos al cultivo (Rotondo *et al.*, 2000).

Los invernaderos son estructuras cubiertas de polietileno que permiten lograr un incremento del rendimiento comercial y calidad, acortamiento del ciclo productivo, continuidad de la producción y protección de heladas, lluvias, granizo, etc. En esta región, la producción de hortalizas en invernadero se inició a principios de la década de 1980-1990 (Bouzo *et al.*, 2005; Montero *et al.*, 2008).

El interés científico y las repercusiones económicas sobre el sector agroalimentario han motivado que se dedique una especial atención al estudio de los factores precosecha que afectan la calidad y su repercusión sobre la conservación de frutas y hortalizas (Romojaro Almela *et al.*, 2007).

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de los sistemas de producción y las formas de sujeción en las pérdidas poscosecha de rúcula en distintas épocas de cultivo.

## 2. Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario (Zavalla, Santa Fe, 33° 01' LS y 60° 53' LW) Argentina. El suelo del ensayo es un Argiudol Típico de la serie Roldan. Las características del suelo de 0-

0,20 m son: carbono 1,71%; materia orgánica 2,95%; nitratos 49,89 ppm; fósforo asimilable 63,96 mg kg<sup>-1</sup>; pH en agua 7,51; CIC 22,7 me/100g y conductividad eléctrica 0,15 dS m<sup>-1</sup>.

Previo a la siembra se incorporó enmienda orgánica (cama de pollo compostada) en una dosis de 110 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. El lote se laboreó con cincel en profundidad y como labor secundaria disco de doble acción. Luego se sistematizó el terreno en lomos distanciados a 0,70 m.

El sistema de riego fue localizado (goteo) con laterales de 200 µm de espesor y difusores a 0,20 m. La densidad de goteros por unidad de superficie fue de 7 goteros m<sup>-2</sup>, con una intensidad de 5 mm m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>. La siembra se realizó a chorrillo doble hilera sobre lomos, realizada con sembradora Planet manual (placa n° 7) con una densidad de 15,6 kg ha<sup>-1</sup>. La variedad usada fue Hoja Ancha de Bonanza Seeds. La fertilización se efectuó a los 15 días de la emergencia del cultivo, con una dosis de 99 kg ha<sup>-1</sup> de urea. La superficie en cada sistema de manejo fue de 30 m<sup>2</sup>. Las fechas de siembra y cosecha para cada época de cultivo se visualizan en la Tabla 1.

**Tabla 1: Fechas de siembra y cosecha de las tres épocas de cultivo**

Fecha	Época de cultivo		
	Primavera	Otoño	Invierno
Siembra	15-11-2013	26-02-2014	24-07-2014
Cosecha	12-12-2013	01-04-2014	11-09-2014

**2.1. Se analizaron tres factores:**

1) Sistemas de producción

- Invernadero de madera, a dos aguas, con polietileno LDT de 100 µ (I)
- Malla media sombra al 35% (MS)
- Manta flotante agrotexil (MF)
- Campo (C)

2) Formas de sujeción

- Manejo de hojas atado con cinta de papel adhesiva de 2 cm de ancho, de un peso aproximado de 250 g (A)
- Hojas a granel, con un peso equivalente al manejo (G)

3) Días de almacenamiento

- El material luego de la cosecha se conservó en cámara frigorífica a 3 °C y 99% H.R. Se realizaron mediciones día por medio, en primavera hasta el día 6 y en otoño e invierno hasta el día 8.

**2.2. Las variables medidas fueron:**

2.2.1. Pérdida por descarte (%): fueron consideradas en esta pérdida a las hojas que presentaron daños por roturas, amarillamiento, deshidratación, con podredumbres y base de pecíolo con pardeamiento visible a simple vista. La cuantificación se realizó mediante pesada gravimétrica con balanza digital Systel Bumer ± 1 g. Posteriormente se procedió a retirar de cada muestra 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.

2.2.2. Pérdida de peso por agua (%): en función a la evaporación del agua libre y deshidratación por transpiración. En cada medición se pesó cada muestra con balanza digital Systel Bumer ± 1 g, considerándose la variación de peso que sufrió el producto con respecto a la medición anterior, luego de haberse retirado el descarte respectivo.

2.2.3. **Color:** se utilizó la escala CIELab (Westland, 2001). Los parámetros  $L^*$  (porcentaje de reflectancia),  $a^*$  (absorbancias a longitudes de onda de 540 nm) y  $b^*$  (absorbancias a longitudes de onda de 675 nm) fueron determinados con colorímetro Chromameter CR300. El parámetro  $a^*$  corresponde a la variación entre el rojo ( $a^+$ ) y el verde ( $a^-$ ), mientras que el parámetro  $b^*$  representa la variación entre el color amarillo ( $b^+$ ) y el color azul ( $b^-$ ). El parámetro  $L^*$ , que representa la luminosidad del color, puede tomar valores en una escala que va del 0 (color blanco) al 100 (color negro). El valor de los parámetros de color de las muestras, se obtuvo promediando las medidas obtenidas de tres lecturas en el limbo de tres hojas de rúcula de cada repetición.

El material vegetal cosechado se adecuó a los parámetros de calidad según Trevor y Cantwell (2011). Al momento de cosecha las hojas de rúcula presentaron las siguientes características: hojas turgidas, tiernas, limpias, sin daños mecánicos, libres de plagas y enfermedades. En el material utilizado se seleccionó: hojas de tamaño medio, de 0,10 a 0,15 m de longitud, con pecíolo más cortos que la lámina y color verde brillante.

Luego de la cosecha se acondicionaron las muestras de acuerdo a la forma de sujeción y se hidrataron mediante inmersión en agua a 19 °C y 7,2 pH durante 5 minutos. Posteriormente, el material vegetal se dejó escurrir durante 15 minutos; se registró el peso inicial (valor del día 0) y se almacenó en cámara durante los días del ensayo a 3 °C y 99% H.R.

Durante el período de almacenamiento poscosecha se midieron diariamente las condiciones ambientales (temperatura y humedad relativa) con data-loggers (Hobo<sup>®</sup> U10 Tem/RH data logger, Onset computer corporation, pocasset, MA USA).

El diseño experimental de los sistemas de producción fue en bloques al azar con tres repeticiones, con una superficie de un metro cuadrado para evaluar las variables descriptas.

En las evaluaciones se utilizó un DCA con tres repeticiones con un nivel de significancia al 0,05 para cada forma de presentación. Para analizar este conjunto de datos se ajustó un modelo de medidas repetidas en el tiempo utilizando el enfoque multivariado (Khattree & Naik, 1999) con 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 de los tratamientos precosecha, la forma de presentación, el tiempo y la interacción entre ellos, calculando las estadísticas F del ANOVA usual. En los casos en que resultaron interacciones significativas ( $p < 0,05$ ), se consideraron los factores intervinientes y se compararon los niveles de uno de los factores en cada nivel del otro factor, finalizando la comparación estadística en función al tratamiento de menor duración poscosecha.

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1. Pérdida de peso por descarte (%)

Hubo interacción entre sistemas de producción y días de almacenamiento en las tres épocas de cultivo, siendo I el que presentó la menor pérdida.

En primavera se observaron diferencias significativas ( $p < 0,0001$ ) entre los cuatro sistemas de producción en el día 4 de almacenamiento, siendo las pérdidas de peso por descarte menores en I seguido de MS, C y MF. Lo mismo ocurrió en otoño en el día 6 de almacenamiento ( $p < 0,0001$ ). En invierno se obtuvieron los mismos resultados que en las otras dos épocas ( $p < 0,0001$ ), donde el I presentó menores pérdidas y MF las mayores, no diferenciándose con valores intermedios, el C de la MS (Tabla 2).

**Tabla 2: Pérdida de peso por descarte (%) para sistemas de producción, formas de sujeción y días de almacenamiento en las tres épocas**

Sistemas de producción	Formas de sujeción	Días de almacenamiento											
		Primavera			Otoño				Invierno				
		2	4	6	2	4	6	8	2	4	6	8	
I	Atado	9,6	33,8	95,9	0	0	15,6	62,9	0	11,5	0	0	
	Granel	9,7	22,6	94,2	0	0	0,0	57,0	0	8,8	0	0	
MS	Atado	11,0	40,7	100	0	0	44,9	100	0	27,5	0	0	
	Granel	10,4	33,2	100	0	0	38,5	100	0	30,0	0	0	
MF	Atado	8,6	49,5	100	0	0	60,4	100	0	61,1	0	0	
	Granel	9,5	50,9	100	0	0	61,1	100	0	51,2	0	0	
C	Atado	13,5	37,2	100	0	0	49,7	100	0	28,9	0	0	
	Granel	13,7	45,1	100	0	0	57,2	100	0	28,7	0	0	

**I** (invernadero); **MS** (media sombra); **MF** (manta flotante); **C** (campo)

El sistema de producción en invernadero, además de posibilitar la obtención de mayor rendimiento y calidad (Grasso *et al.*, 2017), permite un mejor comportamiento durante el almacenamiento.

### 3.2. Pérdidas de peso por agua (%)

En las tres épocas de cultivo se encontró interacción entre sistemas de producción y días de almacenamiento. En primavera e invierno hubo interacción entre formas de sujeción y días de almacenamiento, mientras que en otoño hubo interacción entre sistemas de producción y formas de sujeción.

En primavera las pérdidas de peso por agua presentaron diferencias significativas para la interacción sistemas y días de almacenamiento ( $p=0,0072$ ), donde en C fueron mayores que en MF, MS e I en el día 2 de almacenamiento. Para la interacción entre formas de sujeción y días de almacenamiento, el atado presentó menores pérdidas que granel en el día 2 de almacenamiento y mayor en el día 4 ( $p<0,0001$ ) (Tabla 3 y Figura 1).

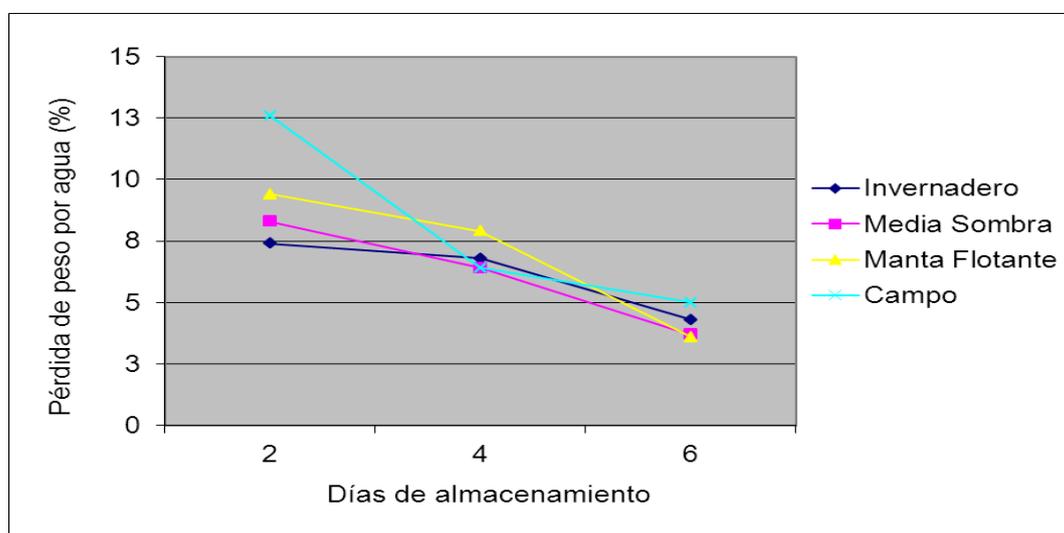
En otoño, en sistema I fueron menores que en C en los días 2 y 8 y mayores que MS en el día 2 de almacenamiento. El I presentó menores pérdidas que MS en el día 8 y menores pérdidas que MF en los días 2 y 8 de almacenamiento. MS presentó menores pérdidas que MF en los días 2 y 6 de almacenamiento ( $p<0,0001$ ). El sistema de sujeción A fue menor que en G en todos los sistemas de producción ( $p=0,0148$ ) (Tabla 3 y Figura 2).

En invierno, en el día 2 de almacenamiento el I presentó menores pérdidas que MS, MF y C. En el día 8 MF obtuvo mayores valores que los otros sistemas ( $p=0,0009$ ), Figura 3. La forma de sujeción A presentó menores pérdidas que G en el segundo día de almacenamiento ( $p=0,0025$ ) (Tabla 3).

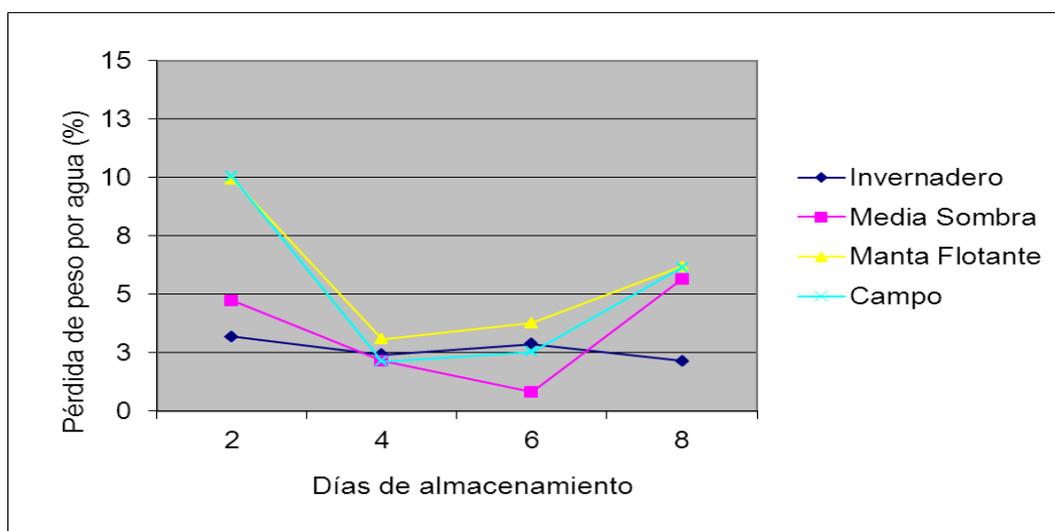
**Tabla 3: Pérdida de peso por agua (%) para sistemas de producción, formas de sujeción y días de almacenamiento en las tres épocas**

Sistemas de producción	Formas de sujeción	Días de almacenamiento											
		Primavera			Otoño				Invierno				
		2	4	6	2	4	6	8	2	4	6	8	
I	Atado	6,2	6,4	3,0	3,1	6,9	0,7	2,4	4,5	1,0	3,4	1,5	
	Granel	8,7	7,2	5,5	3,3	1,5	1,4	1,8	5,9	2,2	1,0	1,4	
MS	Atado	6,0	6,6	3,2	4,4	0,9	0,5	5,9	5,8	1,4	2,0	1,2	
	Granel	10,5	6,3	4,2	5,0	3,3	1,1	5,4	8,3	1,2	2,7	1,3	
MF	Atado	6,5	8,5	2,4	7,9	2,7	3,8	6,2	7,2	0,7	2,2	5,0	
	Granel	12,3	7,2	4,9	11,9	3,4	3,7	6,2	8,6	1,1	3,4	2,3	
C	Atado	10,0	6,3	4,2	9,3	0,1	1,7	5,3	6,3	0,7	1,4	1,1	
	Granel	15,3	6,4	5,8	10,8	0,8	6,7	7,0	8,7	0,4	1,5	1,2	

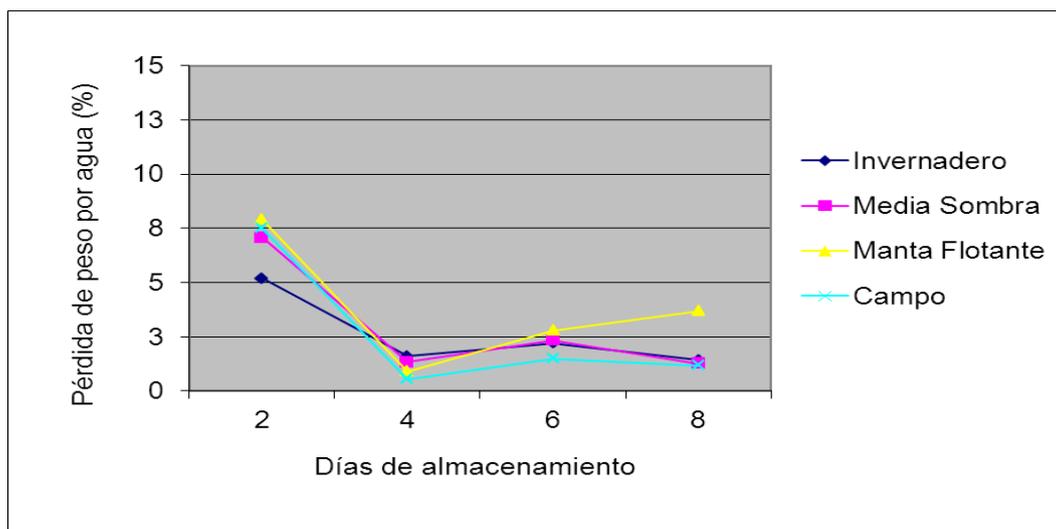
I (invernadero); MS (media sombra); MF (manta flotante); C (campo)



**Figura 1: Efecto de los sistemas de producción y días de almacenamiento, sobre la variable pérdida de peso por agua, en primavera**



**Figura 2: Efecto de los sistemas de producción y días de almacenamiento, sobre la variable pérdida de peso por agua en otoño**



**Figura 3: Efecto de los sistemas de producción y días de almacenamiento, sobre la variable pérdida de peso por agua en invierno**

### 3.3. Color

#### 3.3.1. Parámetro L\*

En primavera hubo interacción entre sistemas de producción y días de almacenamiento ( $p=0,0093$ ) donde el valor de luminosidad fue aumentando desde el sistema C a I, MS y MF, es decir que en este último, la rúcula presentó mayor brillo.

También se observó que en primavera e invierno hubo interacción entre formas de sujeción y días de almacenamiento, donde A fue mayor que G en los días 2 y 4 en primavera ( $p=0,0093$ ) y A menor que G en el día 0 en invierno ( $p=0,0132$ ).

En otoño, hubo diferencias en la luminosidad entre sistemas de producción ( $p=0,0045$ ), presentado MF más brillo que C e I y MS más que I. A su vez se observaron diferencias entre días de almacenamiento ( $p<0,0001$ ), donde el 8 presentó mayor valor que el resto de los días y el 6 mayor que el día 0.

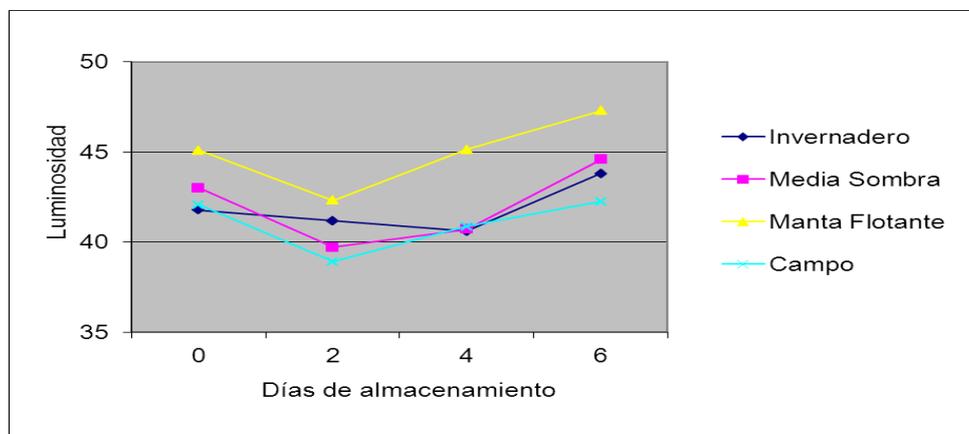
En invierno hubo diferencias entre sistemas de producción ( $p=0,0090$ ), donde MS y MF presentaron mayores valores que I (Tabla 4).

**Tabla 4: Luminosidad para sistemas de producción, formas de sujeción y días de almacenamiento en las tres épocas**

Sistemas de producción	Formas de sujeción	Días de almacenamiento														
		Primavera				Otoño					Invierno					
		0	2	4	6	0	2	4	6	8	0	2	4	6	8	
I	Atado	41,0	40,8	40,9	44,1	44,3	44,2	44,2	45,3	45,0	40,6	42,3	43,1	42,8	42,1	
	Granel	42,6	41,6	40,3	43,6	44,5	44,5	44,3	44,2	44,6	43,0	42,0	42,8	42,4	41,9	
MS	Atado	43,1	41,1	42,3	43,8	45,5	45,7	46,2	46,3	46,7	44,6	45,1	44,5	43,9	43,9	
	Granel	42,9	38,3	39,1	45,4	46,8	46,3	46,5	47,0	49,6	45,3	45,1	44,6	45,7	44,3	
MF	Atado	45,1	43,3	45,7	47,6	44,4	44,7	44,5	45,1	46,3	44,3	45,0	44,8	45,2	45,3	
	Granel	45,1	41,4	44,6	47,0	45,4	46,6	46,4	46,8	49,4	46,1	44,9	45,4	44,4	43,7	
C	Atado	42,5	40,2	41,5	42,7	44,0	45,5	45,9	46,4	45,7	43,8	44,1	44,5	43,7	43,4	
	Granel	41,6	37,7	40,3	41,8	44,3	44,6	44,8	45,1	45,9	44,2	43,8	43,9	43,7	42,8	

I (invernadero); MS (media sombra); MF (manta flotante); C (campo)

En primavera el sistema C presentó menor valor de L\* que MS durante todo el almacenamiento, menor que I en el día 2 y que MF en el día 6. A su vez la rúcula de I presentó menor valor que MS en los días 0, 4 y 6 de almacenamiento. MS mostró menor valor que MF en todos los días de almacenamiento (Figura 4).



**Figura 4: Efecto de los sistemas de producción y días de almacenamiento, sobre luminosidad en primavera**

### 3.3.2. Parámetro a\*

Se encontraron diferencias significativas entre sistemas de producción en las tres épocas de cultivo, donde en general, la rúcula cultivada en MF y MS presentaron menor valor (hojas más verdes) que C e I (Tabla 5).

En primavera se observó que la rúcula cultivada en MS obtuvo menor valor que I y C ( $p=0,0076$ ). También hubo diferencias significativas entre días de almacenamiento donde los días 0 y 6 presentaron menor valor que los días 2 y 4 ( $p=0,0010$ ).

En otoño se observó que MF presentó menor valor que I y C y mayor valor que MS; a su vez MS menor valor que I ( $p=0,0008$ ).

En invierno MS y MF presentaron menor valor que I y C, a su vez C menor que I ( $p<0,0001$ ).

**Tabla 5: Parámetro de color a\* para sistemas de producción, formas de sujeción y días de almacenamiento en las tres épocas**

Sistemas de producción	Formas de sujeción	Días de almacenamiento														
		Primavera				Otoño					Invierno					
		0	2	4	6	0	2	4	6	8	0	2	4	6	8	
I	Atado	-1,1	9,7	5,1	-7,9	4,4	3,8	-9,2	-5,9	-10,5	-17,3	-18,0	-18,3	-18,0	-17,4	
	Granel	-4,6	3,6	-0,0	-5,2	11,5	5,8	-0,6	7,1	-2,2	-19,4	-17,9	-18,9	-18,6	-18,2	
MS	Atado	-13,6	-5,6	-13,1	-11,6	-10,9	-23,3	-32,2	-26,8	-16,9	-20,1	-18,8	-19,5	-19,3	-18,6	
	Granel	-13,9	7,2	12,9	-7,2	-29,8	-29,9	-22,7	-12,6	-1,3	-20,9	-18,6	-19,7	-20,3	-18,5	
MF	Atado	-11,3	-10,3	-9,8	-10,0	-13,2	-7,5	-2,8	1,1	-12,8	-19,3	-19,2	-19,0	-19,0	-18,9	
	Granel	-19,3	-16,1	-14,1	-20,2	-10,1	-21,0	-15,9	-10,4	-12,5	-21,2	-19,8	-19,9	-19,9	-19,2	
C	Atado	-2,7	13,8	-2,6	-7,1	3,2	-3,6	-20,6	-9,5	-11,8	-17,9	-18,1	-13,8	-17,5	-16,8	
	Granel	-4,6	11,6	14,1	1,8	-8,0	-10,8	-1,2	-10,1	-4,6	-18,8	-17,9	-17,6	-13,8	-17,5	

I (invernadero); MS (media sombra); MF (manta flotante); C (campo)

### 3.3.3. Parámetro b\*

Se obtuvieron diferencias significativas entre sistemas de producción en las tres épocas de cultivo.

En primavera el valor b\* en MS fue mayor (más amarillo) que C y menor que I y MF (p=0,0091).

Se observaron diferencias entre días de almacenamiento en otoño, donde las hojas de rúcula en los días 0 y 2 fueron menos amarillentas que en el resto de los días (p<0,0001). A su vez se encontró interacción entre sistemas de producción y formas de sujeción (p=0,0463) donde I presentó menor valor que MS y C para A. Para la forma de sujeción G, el sistema C presentó menor valor que MS y MF e I menor que MF.

En invierno se encontraron diferencias significativas entre sistemas (p<0,0001) donde MS y MF presentaron mayor valor que C e I. Se encontró interacción entre forma de sujeción y días de almacenamiento (p=0,0010) donde G presentó mayor valor que A en el día 0 (Tabla 6).

**Tabla 6: Parámetro de color b\* para sistemas de producción, formas de sujeción y días de almacenamiento en las tres épocas**

Sistemas de producción	Formas de sujeción	Días de almacenamiento														
		Primavera				Otoño					Invierno					
		0	2	4	6	0	2	4	6	8	0	2	4	6	8	
I	Atado	-14,7	-9,0	-8,6	-2,2	-14,7	-21,2	-27,3	-14,4	12	23,2	23,8	24,6	24,1	23,6	
	Granel	-12,8	-13,1	-1,6	-4,1	-21,2	-18,5	2,8	-1,5	15,2	26,9	24,1	25,9	25,3	25,1	
MS	Atado	-4,2	-11,0	-5,3	-11,8	-26,9	-22,0	-10,3	8,5	1,1	29,2	27,1	28,0	27,9	27,1	
	Granel	-19,2	-6,5	-20,3	-11,9	6,8	-6,9	6,4	14,4	19,2	30,9	27,6	28,6	30,3	28,7	
MF	Atado	1,8	-11,1	9,5	18,9	-8,9	-5,6	2,9	8,0	5,7	28,0	28,0	28,0	28,3	29,1	
	Granel	6,6	-8,5	6,6	-4,2	-9,3	-3,2	12,0	7,4	1,5	32,1	28,9	29,5	29,3	28,8	
C	Atado	-16,7	-8,1	-13,9	-16,7	-5,8	-9,6	-5,6	7,7	5,1	25,4	26,1	24,9	24,2	24,6	
	Granel	-14,9	-11,9	2,4	-10,9	-13,8	-16,4	-15,4	-5,0	3,9	26,4	25,0	24,8	24,8	24,7	

I (invernadero); MS (media sombra); MF (manta flotante); C (campo)

## 4. Conclusiones

En las tres épocas de cultivo evaluadas, el invernadero fue el que presentó las menores pérdidas de peso por descarte y por agua, siendo para estas variables, el mejor sistema de producción dentro de los estudiados en el experimento.

En cuanto a la forma de presentación, el atado fue el que produjo las menores pérdidas de peso por agua para las tres épocas del año.

Para la variable color, el sistema de cultivo bajo manta flotante fue el que presentó mayor valor de luminosidad para las tres épocas. Para el valor a\*, los sistemas de manta flotante y media sombra arrojaron menores valores (más verdes) que los sistemas invernadero y campo. En cuanto al valor b\*, los resultados fueron dispares.

## 5. Bibliografía

- Bouzo, C. A.; Favaro, J. C.; Pilatti, R. A. & Scaglia, E. M. 2005. Cinturón Hortícola de Santa Fe: Descripción de la zona y situación Actual. Revista FAVE - Ciencias Agrarias 4 (1-2).  
Censo Nacional Agropecuario 2002. INDEC. Instituto Nacional de

- Estadísticas y Censos.  
[http://www.indec.gov.ar/index\\_agropecuario.asp](http://www.indec.gov.ar/index_agropecuario.asp)
- Chiesa, A. 2010. Factores precosecha y poscosecha que inciden en la calidad de lechuga. *Horticultura Argentina*, 29(68), 28-32.
- Ferratto, J.; Grasso, R.; Longo, A.; Ortiz Mackinson, M.; Mondino, C.. 2009. Censo 2008 del Cinturón Hortícola de Rosario. INTA Publicaciones Miscelánea N° 46. 15 pp. ISSN 0326-256.
- Ferratto, J.; Mondino, M.; Grasso, R.; Ortiz Mackinson, M.; Longo, A.; Carrancio, L.; Firpo, I.; Rotondo, R.; Zembo, J.; Castro, G.; García, M.; Rodríguez, M.; Iribarren, M. 2010. Buenas Prácticas Agrícolas para la agricultura familiar. Cadena de las principales hortalizas de hojas en Argentina. FAO pp 535.
- Firpo, I.; Rotondo, R.; Ferratto, J.; Grasso, R.; Trevisan, A.; Rodríguez, M. 2012. Incidencia del ambiente y la revitalización en las pérdidas poscosecha de hortalizas de hojas, fruto y raíz. *Ciencias Agronómicas. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. UNR. N° XX Año 12*, p. 007-013. ISSN N° 1853-4333, ISSN On-Line: 2250-8872.
- Gaviola de Heras, S. 1996. Factores de manejo que inciden sobre la calidad de las hortalizas. *Avances en Horticultura*, 1(1), 4-18.
- Grasso, R.; Mondino, M.; Ortiz Mackinson, M.; Vita Larreau, E.; Longo, A.; Ferratto, J.. 2013. Censo 2012 del Cinturón Hortícola de Rosario. Ajuste del Diagnóstico Agronómico de necesidades y estrategias de intervención del Proyecto Hortícola de Rosario 2013/2018. INTA Publicaciones Miscelánea N° 50. 31 pp. ISSN 0326-256.
- Grasso, R.; Ortiz Mackinson, M.; Rotondo, R.; Mondino, M.C.; Calani, P.; Firpo, I.; Balaban, D.; Vita Larreau, E. 2017. Productividad de rúcula (*Eruca sativa* Mill.) en diferentes sistemas productivos. *Agromensajes* 47:30-35. Facultad de Ciencias Agrarias, UNR.
- Khattree, R.; Naik, D. N. 1999. *Applied Multivariate Statistics With SAS Software*. Second Edición. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. Pag. 338.
- Mondino, M.C; Ferratto, J.; Firpo, I. T.; Rotondo, R.; Ortiz, M.; Grasso, R.; Calani, P.; Longo, A. 2007. Pérdidas poscosecha de lechuga, en la región de Rosario, Argentina. *Horticultura Argentina* (26) N° 60 pág. 17-24.
- Montero, J.I.; Stanghellini, C. & Castilla Prados, N. 2008. Invernadero para la producción sostenible en áreas de clima de invierno suaves, *Horticultura internacional*, 65:12-26.
- Morales, M. & Janick, J. 2002. Arugula: a promising specialty leaf vegetable, trends in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA.
- Nunes, M. C. N., Emond, J. P., Dea, S. & Yagiz, Y. 2011. Distribution center and retail condition saffect the sensory and compositional quality of bulk and packagedd licing cucumbers. *Postharvest biology and technology*, 59(3), 280-288.
- Romojaro Almela, F.; Flores F. B.; Egea, M. I.; Sánchez Bel, P.; Martínez, M C; Ribas, F.; Cabello, M. J. 2007. Factores precosecha que afectan a la calidad de frutas y hortalizas. *Phytoma*. ISSN 1131-8988, N° 189, pág. 43-50.
- Rotondo R.; Firpo I.T.; Ferratto J. A.; Díaz, B.M.; Vignaroli, L. 2000. Efecto del acolchado del suelo con paja y mantas flotantes, sobre la productividad de lechuga (*Lactuca sativa* L.), en otoño. *Revista Horticultura Argentina* vol 19, N° 46, 2000. ISSN 0327-3431.
- Trevor V. S. y Cantwell M. 2011. Tomate: Recomendaciones para mantener la calidad poscosecha. [www.postharvesttechnology.ucdavis](http://www.postharvesttechnology.ucdavis).

Ortiz Mackinson, M.; Grasso, R.; Rotondo, R.; Calani, P.; Mondino, M.; Balaban, D.; Vita Larreau, E.; Montian, G.; Barbona, I.

Westland, S.; Graham, C.; Addison, S.; Sharrott, P.; Rigg, B. 2001. Effect of sleeve color and background color on change in color assessments. *Coloration Technology* 117 (3), 123-126.