

# Rendimiento y calidad de zapallo Aconcagua afectado por diferentes volúmenes de riego.

*Dalmaso, J.<sup>1</sup>; Lipinski, V.M.<sup>1</sup>; Filippini, M.F.<sup>2</sup>; Venier, M.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>EEA La Consulta (INTA); <sup>2</sup>Dpto de Ingeniería Agrícola (FCA-UNCuyo)

E-mail: dalmaso.julieta@inta.gob.ar; CC 8 (5567) La Consulta (Mendoza); 02622-470304

RESUMEN: El zapallo es una hortaliza de alto valor social y económico para la Argentina, con posibilidades de abastecer el mercado nacional durante todo el año. En Mendoza la superficie cultivada de zapallo (*Cucurbita* sp.) alcanza las 4314 ha, siendo su destino para consumo en fresco e industria. Es de suma importancia el uso eficiente del agua de riego en el manejo de cultivos debido a la creciente escasez de este recurso. Los cultivos sometidos a diferentes dosis de riego modifican su composición nutricional, tanto inorgánica como orgánica. En INTA EEA La Consulta se realizó un ensayo con el híbrido Aconcagua sometido a diferentes láminas de riego con el objeto de evaluar la eficiencia de aplicación del riego, el rendimiento total (T) y comercial (C), la composición mineral y los sólidos totales (ST) en frutos. El diseño fue de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Los tratamientos de riego fueron R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub> correspondientes a 0,7, 1 y 1,3 de la demanda evapotranspirativa del cultivo (ETc), calculada en base al *kc* obtenido en ensayos previos. Los resultados revelaron un aumento de rendimiento del 20% cuando se incrementó la lámina de riego aproximadamente un 31 % de R<sub>1</sub> a R<sub>2</sub>, mientras que al aumentar la lámina de R<sub>2</sub> a R<sub>3</sub> un 27 %, el rendimiento disminuyó un 1 %. Las variables de rendimiento comercial de frutos no fueron afectados por los tratamientos de riego, al igual que los sólidos totales tampoco mostraron diferencias significativas (17,96; 17,86 y 18,09% para R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub> respectivamente). Los contenidos de N y K en hojas en momento de cosecha disminuyeron al aumentar la lámina de riego; N, de 1,49% a 0,88% de R<sub>1</sub> a R<sub>3</sub> y K, de 0,79% a 0,43% respectivamente.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de zapallo (*Cucurbita* spp.) tiene gran importancia en la provincia de Mendoza. La superficie cultivada hasta la campaña 2013/2014 ascendió a las 4300 ha destinadas a consumo en fresco e industria, constituyendo el segundo cultivo de verano más importante en superficie después de la papa (IDR, 2014). Una parte de la producción es destinada a la industria del deshidratado. Para ello se utiliza cultivares de alto contenido de sólidos totales, excelente color de pulpa y mayores rendimientos en el campo, que otros cultivares comerciales que han sido creados para el consumo de sus frutos.

La utilización eficiente del agua de riego en la Región Cuyo, zona semiárida, es un aspecto muy relevante en el manejo de cultivos, debido a la creciente escasez de ese recurso. Sin embargo, la eficiencia de riego muchas veces dista bastante de lo ideal, afectando el rendimiento, la calidad final del producto y haciendo un uso inadecuado del recurso.

La mayoría de los cultivos de zapallo son irrigados por surco, aunque con riego por goteo se logra un uso muy eficiente del agua y se aumentan los rendimientos (Della Gaspera, 2005). El uso del riego presurizado y

la cobertura plástica han sido reconocidos como métodos que pueden mejorar el rendimiento y la calidad de los zapallos y mejorar la eficiencia del riego.

En el estado de Colorado, Bartolo (1996) encontró un significativo incremento del rendimiento en cantalupes con riego por goteo subsuperficial y cobertura plástica. Alam y Zimmerman (2002) determinaron un mayor rendimiento del zapallo Kabocha cuando usaron cobertura plástica de color verde y ahorraron  $\frac{1}{4}$  del agua cuando utilizaron riego por goteo subsuperficial comparado con riego por superficie. Por otra parte, estudios realizados por Salata y Stepaniuk (2013), demuestran que cultivos sometidos a diferentes láminas de riego modifican los principios orgánicos e inorgánicos. En variedades hortícolas destinadas al deshidratado, un atributo importante que se modifica es, la provitamina A o beta caroteno.

Lipinski et al. (2008), determinaron en zapallo Cuyano INTA que el rendimiento se incrementó en forma lineal a medida que se incrementó la lámina de riego llegando a una producción de 52 t ha<sup>-1</sup> con 692 mm de riego más la precipitación efectiva. A si mismo los kc elegidos tuvieron que ser incrementados un 30 % para ajustarse a las necesidades del cultivo.

En un trabajo realizado por Ertek et al. (2004) encontraron que una frecuencia de riego de 5 días en suelos francos y una lámina de 475 mm equivalente a un coeficiente de tanque A (Kp) de 0.85 fue óptima para maximizar el rendimiento de zapallo (Cucurbita pepo) en la zona este de Turquía entre 38° y 39° latitud norte.

El color anaranjado de la pulpa de zapallo está asociado al mayor contenido de carotenos o provitamina A. Son compuestos antioxidantes de altos beneficios para la salud humana. Se los considera anti cancerígenos. Para la industria del deshidratado se recomienda utilizar variedades que presentan mayor contenido de sólidos solubles.

El híbrido Aconcagua (Cucurbita moschata x C. máxima) tiene la ventaja sobre los cultivares de polinización abierta de presentar un alto rendimiento, un elevado contenido de sólidos totales y una mayor permanencia de color una vez deshidratado, lo que hace especialmente recomendable su uso para la industria del deshidratado (Della Gaspera, 2008).

En el presente trabajo se plantea como hipótesis: el incremento de la lámina de riego mejorará el rendimiento del cultivo de zapallo pero ciertas propiedades como la composición mineral y los sólidos totales se verán modificadas negativamente, es decir disminuidos con respecto al aumento de las láminas de riego. Los objetivos de este proyecto son: evaluar el efecto del riego en zapallo híbrido para industria en cuanto a rendimiento; determinar la eficiencia de riego; ajustar los coeficientes del cultivo; analizar el efecto del riego sobre la composición mineral y los sólidos totales en los frutos de zapallo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el campo experimental del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental La Consulta, situada en el Departamento de San Carlos, Mendoza, Argentina (33° 42' 43" lat. Sur, 69° 04' 25" long. Oeste, altura 940 msnm). El suelo es de origen aluvial, profundo, de textura franco arenosa fina serie La Consulta (Torrifluente típico.) Las características físico-químicas están resumidas en la Tabla 1.

**Tabla 1.-**Características físico químicas del suelo del ensayo.

| Profundidad | pH   | CE   | VS    | R.A.S. | N total,<br>mg/kg | Pd CO <sub>2</sub><br>1:10<br>mg/kg | K int<br>mg/kg | Mat Org<br>% | C/N |
|-------------|------|------|-------|--------|-------------------|-------------------------------------|----------------|--------------|-----|
| 0-30        | 7,60 | 1,91 | 94,67 | 0,98   | 677               | 6,9                                 | 362            | 1,07         | 9   |
| 30-60       | 7,69 | 1,81 | 88,00 | 0,79   | 434               | 3,5                                 | 207            | 0,74         | 10  |

CE: conductividad eléctrica (mS cm<sup>-1</sup>); VS: volumen de sedimentación (mL % g); RAS: relación de adsorción de sodio; N total: nitrógeno total Kjeldahl (mg kg<sup>-1</sup>); Pd: fósforo disponible en solución carbónica 1:10 expr P elemento mg kg<sup>-1</sup>; Kint: potasio intercambiable extraído en solución de acetato de amonio pH 7; Mat Org: materia orgánica oxidable det. por el método de Wakley & Black; C/N relación carbono-nitrógeno

El diseño estadístico fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos de riego: R1, R2 y R3, corresponden a 0,7, 1 y 1,3 de la demanda evapotranspiratoria del cultivo (ETc), calculada en base al kc obtenido en ensayos previos, usando la evaporación del tanque A como referencia. Para el control del riego se instalaron sensores de humedad Watermark a 20 y 50 cm de profundidad para cada tratamiento. El cultivar utilizado fue Aconcagua, un híbrido entre Cucurbita moschata y C. máxima caracterizado por tener altos sólidos.

El zapallo fue sembrado a golpe el 9 de noviembre del 2012, en una superficie de 1650 m<sup>2</sup> (33 m x 50 m), abarcando un total de 550 plantas. La distancia de siembra fue 1 m en la hilera y 3 m entre hileras. Al inicio se realizaron riegos abundantes aplicando la misma lámina de riego para todo el ensayo y luego, a partir del 6 de diciembre se diferenció cada tratamiento por el sistema de riego definitivo. Cada riego se manipuló con una única llave independiente. A cada lado de la hilera de plantas se colocaron mangueras de riego Streamline (Netafim) con gotero cada 30 cm y una dosis de aplicación promedio de 1,6 mm h<sup>-1</sup>.

El cultivo fue fertirrigado con una solución de Nutri 072 (32-0-0) y ácido fosfórico (0-60-0), a partir del 22/12 y hasta el 22/02 en 8 oportunidades y en proporciones iguales completando el equivalente a 100 kg de N ha<sup>-1</sup> y 50 kg de P ha<sup>-1</sup>. La cosecha se realizó el 15 de abril de 2013.

Las láminas de riego más la precipitación efectiva fueron de 370, 486 y 621 mm para los tratamientos R1, R2 y R3 respectivamente. El resumen de los datos de riego se puede visualizar en la Tabla 2.

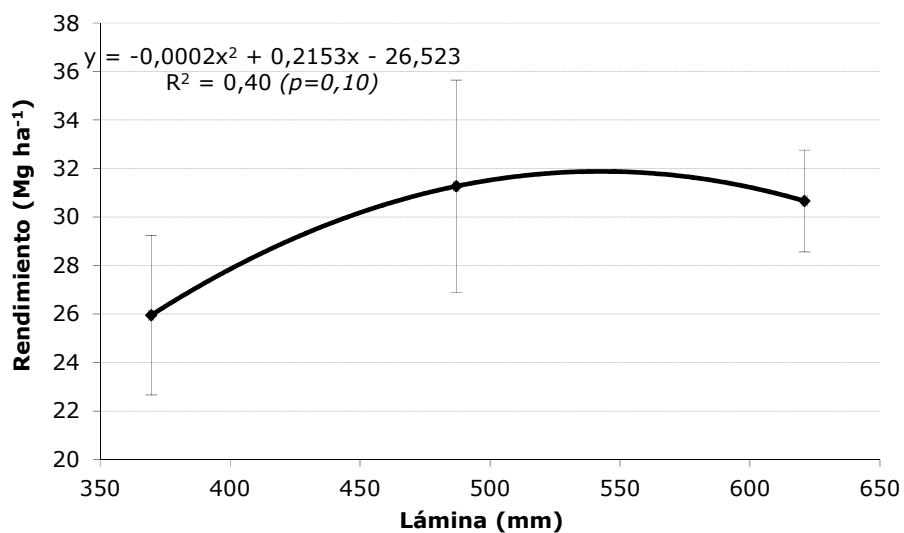
**Tabla 2.-** Resumen de la evaporación bruta del tanque A (EB), la evapotranspiración calculada (ETc), el kc (Coeficiente de cultivo), la lámina de riego calculada y aplicada (dc y dr) en mm para cada tratamiento, la precipitación efectiva (PPef), tensión media del suelo a 20 cm y 50 cm de profundidad medida con sensor Watermark (W20 y W50) y el número de riegos realizados en zapallo Aconcagua año 2012/13

| Mes          | EB mm          | Kc          | dc mm         | R <sub>2</sub> |                 |                 | R <sub>1</sub> |                 |                 | R <sub>3</sub> |                 |                 | PPef          | N° Riegos |
|--------------|----------------|-------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------|
|              |                |             |               | dr mm          | W <sub>20</sub> | W <sub>50</sub> | dr mm          | W <sub>20</sub> | W <sub>50</sub> | dr mm          | W <sub>20</sub> | W <sub>50</sub> |               |           |
| Noviembre    | 153,7          | 0,21        | 25,94         | 18,1           | 12,3            | 14,9            | 18,1           |                 |                 | 18,1           |                 |                 | 9,76          | 5         |
| Diciembre    | 260,1          | 0,42        | 87,85         | 55,9           | 16,2            | 21,9            | 32,3           | 24,0            | 44,8            | 80,8           | 11,9            | 23,3            | 36,96         | 13        |
| Enero        | 234,0          | 0,74        | 137,34        | 99,5           | 22,6            | 34,4            | 69,7           | 35,9            | 58,4            | 148,9          | 16,9            | 32,0            | 34,96         | 14        |
| Febrero      | 187,3          | 0,84        | 126,33        | 114,4          | 24,2            | 34,9            | 80,6           | 73,3            | 91,5            | 143,7          | 23,3            | 40,4            | 1,76          | 17        |
| Marzo        | 144,4          | 0,77        | 89,85         | 74,9           | 44,6            | 52,6            | 45,7           | 102,0           | 139,4           | 106,1          | 13,4            | 27,8            | 27,04         | 13        |
| Abril        | 41,8           | 0,59        | 19,43         | 0,0            | 19,8            | 25,0            | 0,0            | 30,0            | 66,1            | 0,0            | 22,4            | 28,7            | 12,8          | 0         |
| <b>Total</b> | <b>1021,30</b> | <b>0,60</b> | <b>486,74</b> | <b>362,8</b>   | <b>23,3</b>     | <b>33,8</b>     | <b>246,4</b>   | <b>53,1</b>     | <b>80,0</b>     | <b>497,5</b>   | <b>17,6</b>     | <b>30,5</b>     | <b>123,28</b> | <b>62</b> |

Los datos fueron analizados mediante el análisis de varianza y regresión con el empleo del programa Infostat/profesional Ver. 1.1 2002, utilizándose un nivel de significancia del 5 %. Las medias fueron luego comparadas por el test de Tukey.

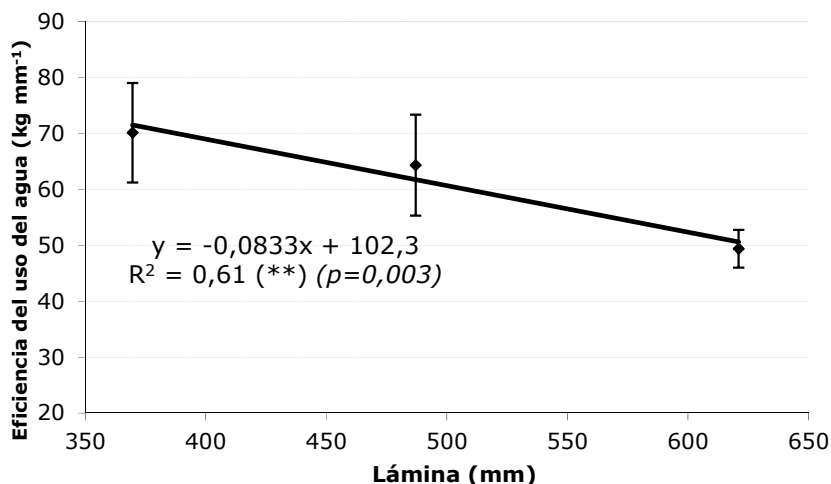
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de regresión permitió ajustar una ecuación cuadrática significativa al 10 % para el rendimiento total (Figura 1). Se observó un aumento de rendimiento del 20 % cuando se incrementó la lámina de riego aproximadamente un 31 % de R1 a R2, mientras que al aumentar la lámina de riego un 27 %, de R2 a R3, el rendimiento disminuyó un 1 %.



**Figura 1.** - Efecto de las láminas de riego más la precipitación efectiva sobre el rendimiento total de zapallo Aconcagua INTA, expresado en Mg ha<sup>-1</sup>.

Como consecuencia la eficiencia de uso del agua (EUA), expresada en kg mm<sup>-1</sup> de agua total recibida por el cultivo disminuyó significativamente en forma lineal a medida que se incrementó la lámina de riego (Figura 2)



**Figura 2.** - Efecto de las láminas de riego sobre la eficiencia de uso del agua (EUA) en kg mm<sup>-1</sup>. Otras variables de rendimiento, como el peso, tamaño y número de frutos comerciales, totales y descartes (frutos verdes, deformes y podridos) no fueron afectadas por los tratamientos de riego (Tabla 3).

**Tabla 3.** - Efecto de los tratamientos de riego (R1= 0,70 ETc R2= ETc y R3=1,3 ETc) sobre rendimiento comercial de frutos (RC) en Mg ha<sup>-1</sup>, tamaño medio de frutos comerciales (TMC) en kg, número de frutos totales (NFT), comerciales (NFC) y descarte (NFD) (frutos verdes, deformes y podridos) expresados en unidades ha<sup>-1</sup>.

|      | RC    | TMC  | NFT   | NFC   | NFD   |
|------|-------|------|-------|-------|-------|
| R1   | 24.74 | 1.59 | 17292 | 13750 | 3542  |
| R2   | 30.03 | 1.63 | 19896 | 16771 | 3125  |
| R3   | 29.98 | 1.66 | 19896 | 16563 | 3334  |
| DMS  | 6.81  | 0.15 | 6085  | 5125  | 5757  |
| CV   | 11.11 | 4.23 | 14.74 | 15.05 | 79.61 |
| Sign | ns    | ns   | ns    | ns    | ns    |

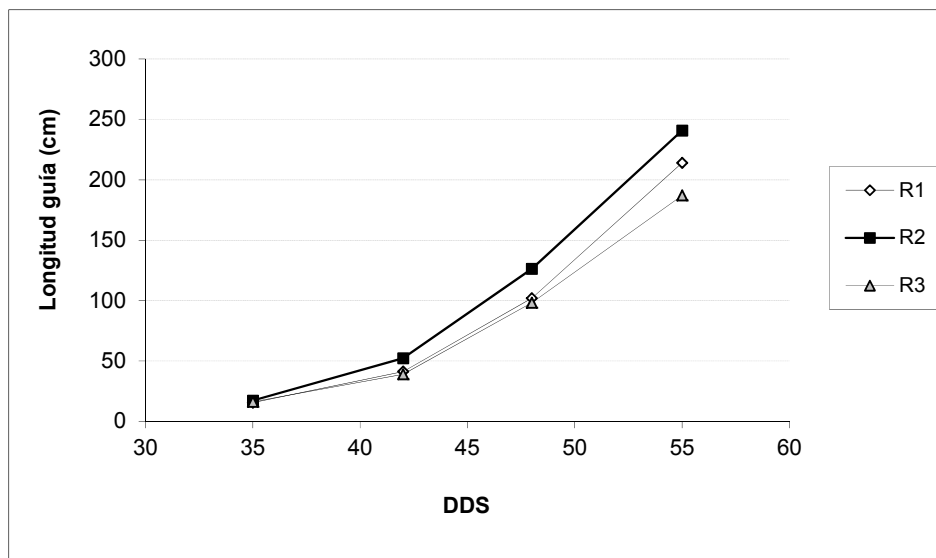
DMS: diferencia mínima significativa para el test de Tukey al 5%

CV: Coeficiente de variabilidad

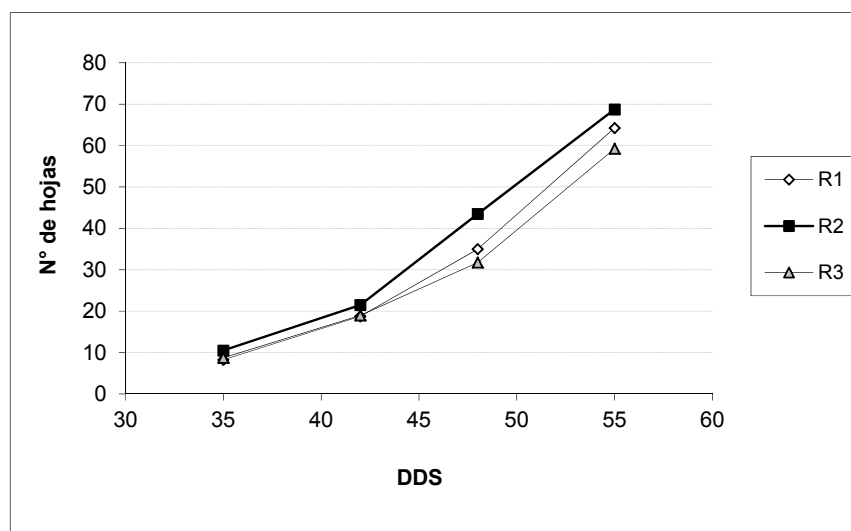
Sign. : significancia, ns: no significativo

Los sólidos totales tampoco fueron afectados por el tratamiento de riego siendo 17,96, 17,86 y 18,09 % para R1, R2 y R3 respectivamente, valores considerablemente altos.

Las mediciones del crecimiento de la guía y el número de hojas analizadas dentro de los 55 días después de la siembra no muestran diferencias significativas entre los tratamientos de riego para cada fecha de muestreo, pero en todos los casos hay una tendencia a una mayor longitud y mayor número de hojas en el tratamiento R2 con respecto a los otros dos (Figuras 3 y 4) lo cual coincide con un mayor rendimiento al final del cultivo.



**Figura 3.-** Crecimiento de la guía principal de zapallo Aconcgua sometido a tres tratamientos de riego (R1= 0,7 ETc, R2= ETc y R3= 1,3ETc), DDS: días después de siembra



**Figura 4.-** Número de hojas de zapallo Aconcgua sometido a tres tratamientos de riego (R1= 0,7 ETc, R2= ETc y R3= 1,3ETc), DDS: días después de siembra.

El análisis tisular al final del ensayo indicó diferencias significativas entre los tratamientos. En el caso del N se observó una disminución del contenido del mismo en las hojas a medida que se incrementó la lámina de riego, siendo una consecuencia lógica por el efecto dilución. El mismo efecto se observó para el K. No se observó ningún efecto en los frutos, los cuales presentaron una composición semejante, indistintamente del tratamiento considerado (Tabla 4). Los valores de N fueron en general bajos, aunque considerando la época de muestro en el momento de cosecha, es de suponer que los niveles de este nutrimento bajan a medida que la planta envejece. En el caso de K se ve una disminución grande en hojas y su translocación a los frutos,

mientras que en los tallos se mantiene el nivel ligeramente inferior al fruto. Los valores de Ca en fruto son los más bajo lo que ocurre normalmente en este tipo de órganos.

**Tabla 4.-** Contenido de elementos en diferentes órganos de zapallo al final del cultivo afectados por diferentes tratamientos de riego expresados en % materia seca.( R1= 0,7 ETc, R2= ETc y R3=1,3 ETc)

|        |      | N     | P     | K     | Ca    | Mg    | Na    |
|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Frutos | R1   | 1,11  | 0,27  | 2,35  | 0,19  | 0,05  | 0,01  |
|        | R2   | 1,07  | 0,29  | 2,35  | 0,26  | 0,06  | 0,01  |
|        | R3   | 0,97  | 0,29  | 2,4   | 0,25  | 0,03  | 0,01  |
|        | CV   | 10,03 | 11,84 | 10,85 | 27,3  | 55,77 | 0     |
|        | DMS  | 0,2   | 0,063 | 0,48  | 0,12  | 0,05  | 0     |
|        | sign | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    |
| Hojas  | R1   | 1,49  | 0,21  | 0,79  | 0,83  | 0,04  | 0,07  |
|        | R2   | 1,13  | 0,25  | 0,46  | 0,89  | 0,03  | 0,10  |
|        | R3   | 0,88  | 0,24  | 0,43  | 0,93  | 0,05  | 0,09  |
|        | CV   | 14,79 | 8,09  | 13,16 | 13,09 | 54,55 | 20,71 |
|        | DMS  | 0,43  | 0,05  | 0,18  | 0,29  | 0,05  | 0,04  |
|        | sign | *     | ns    | **    | ns    | ns    | ns    |
| Tallos | R1   | 1,05  | 0,34  | 2,1   | 0,53  | 0,07  | 0,15  |
|        | R2   | 0,78  | 0,34  | 1,41  | 0,46  | 0,02  | 0,15  |
|        | R3   | 0,73  | 0,4   | 1,4   | 0,51  | 0,02  | 0,17  |
|        | CV   | 20,39 | 21,85 | 22,67 | 14,02 | 68,03 | 32,84 |
|        | DMS  | 0,44  | 0,2   | 0,93  | 0,18  | 0,6   | 0,13  |
|        | sign | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    |

DMS: diferencia mínima significativa para el test de Tukey al 5%

CV: Coeficiente de variabilidad

Sig n: significativo, ns: no significativo

## CONSIDERACIONES FINALES

El uso del riego por goteo ajustado a la ETc permitió alcanzar una eficiencia de riego y una calidad de frutos adecuada. En condiciones limitantes de disponibilidad de agua, se obtuvo una mayor eficiencia del recurso aunque en detrimento del rendimiento. Con respecto a la composición mineral y sólidos totales, el ensayo demostró que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos. Por tanto se sugiere para el año siguiente establecer tratamientos más extremos, es decir 40 % menos y 40 % más de agua que el tratamiento testigo R2 para establecer la influencia del riego.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alam, M. y R. Zimmerman. 2002. *Subsurface Drip Irrigation and Plastic Mulch Effects on Yield and Brix Levels of Kabocha Squash, Cucurbita moschata*. Agricultural Experiment Stations, Colorado State University, Rogers Mesa Research. Internet <http://www.ksre.k-state.edu/sdi/Reports/2002/Kabocha.pdf>
- Bartolo, M. 1996. *Early Cantaloupe Production in the Arkansas Valley*, Arkansas Valley Research Center Annual Report, Rocky Ford, Colorado State University.
- Della Gaspera, P. 2005. *Informe anual CVT INTA-Unilever*.

- Ertek A., S. Sensoy, C. Küçükyumuk and I. Gedik. 2004. *Irrigation frequency and amount affect yield components of summer squash (Cucurbita pepo L.)*. Agricultural Water Management 67: 63–76
- Guinle V, P. Della Gaspera, D. Depetri, L. Savina, A. Giménez N. Ventrera L M. Mirábile, O. Tapia. 2008. *Caracterización fisicoquímica y sensorial de zapallos línea experimental y Aconcagua*. XXX Congreso Argentino de Horticultura. La Plata. Res. p .339.
- IDR 2014. *Estimación de la superficie cultivada con hortalizas en Mendoza, temporada 2013-14*.
- Lipinski, V.M., P. della Gaspera, J.C. Gaviola y S. Gaviola. 2008. Efecto de diferentes láminas de riego sobre el rendimiento y la calidad de zapallo Cuyano INTA. Resúmenes \_XXXI Congreso Argentino de Horticultura. Mar del Plata, 30/9 al 3/10/2008. P.480
- Salata, A., Stepaniuk, R. 2013. *Growth, yield and quality of zucchini 'soraya' variety fruits under drip irrigation*. Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus. Volume 12, Issue 4, pp 163-172