



Evaluación productiva de topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) bajo diferentes densidades y fertilización en el semiárido central de la Argentina

Rossi, R.^{1*}; Chicahuala, M. S.²

¹Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de San Luis (FICA–UNSL). Ruta Prov. N° 55 (Ex. 148) extremo Norte. Villa Mercedes, Prov. de San Luis, Argentina. Correo electrónico: rossiricardo73@hotmail.com

²Área de Recursos Naturales y Forrajeras, EEA INTA San Luis.

Recibido: 18/08/2016

Aceptado: 17/08/2017

RESUMEN

Rossi, R.; Chicahuala, M. S. 2017. Evaluación productiva de topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) bajo diferentes densidades y fertilización en el semiárido central de la Argentina. Horticultura Argentina 36 (90): 49 – 58.

El tubérculo de topinambur se considera un alimento funcional por su contenido de inulina. Dado que no posee almidón, puede incluirse en dietas de diabéticos y su harina puede utilizarse en la elaboración de productos para celíacos. El cultivo se adapta a restricciones edáficas e hídricas, y esto lo hace promisorio para la región semiárida. Este estudio se realizó en el INTA San Luis para evaluar los efectos de la densidad de plantación y la respuesta a la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento en condiciones marginales de la región pampeana semiárida central. Se utilizó un diseño factorial en bloques con dos factores: densidad: baja (20.408 plantas*ha⁻¹), media (28.571 plantas*ha⁻¹), alta (40.816 plantas*ha⁻¹); y nitrógeno:

testigo sin fertilizar (N0) y fertilizado (N75). Se realizó ANOVA, LSD, y coeficiente de Pearson para rendimiento y sus componentes. La emergencia del cultivo se acercó al 100%. Las mayores producciones ($p < 0,05$) fueron para la densidad media (fertilizada) y baja (fertilizada). No existió correlación entre peso y número de tubérculos, pero sí entre rendimiento y número de tubérculos. La densidad media y la fertilización produjeron mayor número de tubérculos ($p < 0,05$). Se logró un buen establecimiento del cultivo con una alta producción de tubérculos. Las densidades más apropiadas para el año de estudio fueron de 20.000 a 30.000 plantas.ha⁻¹. El manejo de fertilización y densidad, permiten aumentar la cantidad de tubérculos y por lo tanto, el rendimiento.

Palabras claves adicionales: Tubérculo, inulina, rendimiento, densidad, fertilización.

ABSTRACT

Rossi, R.; Chichahuala, M. S. 2017. Production evaluation of topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) under different densities and fertilization in the central semiarid region of Argentina. Horticulture Argentina 36 (90): 49 - 58.

Jerusalem artichoke tuber is considered as a functional food due to its inulin content, and as it does not contain starch, it can be included in the diet for diabetics and its flour can be used in the manufacture of products for coeliac. The crop adapts to soil and water restrictions, which is promising for semiarid conditions. This study was conducted at INTA San Luis to evaluate the effects of planting density and response to nitrogen fertilization on yield in marginal conditions of the central semiarid Pampean region. A factorial design was carried out in blocks with two factors: density: low (20,408 plants*ha⁻¹), medium (28,571 plants*ha⁻¹), high (40,816

plants*ha⁻¹); and nitrogen: unfertilized (N0) and fertilized (N75). Analysis was performed using ANOVA, LSD, and Pearson's correlation for yield and its components. Crop emergence was approximately 100%. The highest yields (p<0.05) were for the medium (fertilized) and low density (fertilized). There was no correlation between weight and number of tubers, but there was a correlation between the yield and the number of tubers. The medium density and the fertilization produced a high number of tubers (p<0.05). A good establishment of the crop with a high production of tubers was achieved. Densities between 20,000 to 30,000 plants*ha⁻¹ were appropriate for the conditions of the study. Fertilization and density management allow increasing the number of tubers, and therefore the yield.

Additional Keywords: Tuber, inulin, yield, density, fertilization.

1. Introducción

El topinambur es una especie promisoriosa para regiones con restricciones, tanto edáficas, como nutricionales e hídricas. Las características ambientales de la región pampeana semiárida central de la Argentina, y la versatilidad del cultivo para adaptarse a la variabilidad climática, hacen que sea posible evaluar su participación en los sistemas productivos de esa región. Otro rasgo para destacar del cultivo son sus múltiples posibilidades de utilización, entre ellas, el uso del tubérculo como hortaliza para el consumo humano. Existe una particularidad que diferencia al topinambur: mientras que muchos tubérculos, como el de la papa, almacenan sus reservas en forma de almidón (polímero de la glucosa), el del topinambur almacena inulina (polímero de la fructosa) (Denoroy, 1996). Esto permite que pueda ser incluido en la dieta de personas con diabetes (Ma *et al.*, 2011). Además, existen evidencias de que la inclusión del tubérculo en la dieta podría ayudar en la prevención de la diabetes tipo 2 y de hígado graso no alcohólico (Chang *et al.*, 2014).

El topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) es originario de América del norte y pertenece a la familia de las Asteráceas (Cosgrove *et al.*, 1991). Es una especie perenne que se reproduce principalmente de forma agámica, debido a la baja viabilidad de sus semillas (Rebora, 2008). Su ciclo comienza con el rebrote de los tubérculos a partir de una temperatura de suelo de 5 °C en la primavera. Posteriormente, se forma una estructura aérea de múltiples tallos y se inicia la formación de rizomas en cuya parte distal crecen los tubérculos (Ibarguren & Rebora, 2013).

Una de las mayores ventajas que presenta el cultivo, radica en su adaptabilidad a diferentes situaciones ambientales y regiones productivas (Rebora, 2008). Se adapta a precipitaciones anuales de 310 a 2800 mm (Duke, 1983). Además, puede cultivarse en suelos con un amplio rango de pH, de 4,4 a 8,6 (Kosaric *et al.*, 1984), aunque su producción es favorecida por suelos ligeramente alcalinos y sin problemas de anegamiento, por lo que su rendimiento puede disminuir en suelos pesados de textura fina (Cosgrove *et al.*, 1991). La región pampeana semiárida central se caracteriza por suelos de textura gruesa, con bajos contenidos de materia orgánica, bien drenados y con cierto grado de susceptibilidad a la erosión eólica (Viglizzo *et al.*, 1997). Las precipitaciones anuales de esta región varían entre 500 mm a 700 mm anuales (Barbosa, 2008). La erosión, sumada a las características de calidad del suelo y a las precipitaciones, son los factores que limitan la producción agropecuaria de la región (Musto, 1979).

Si bien esta especie es resistente a las heladas y a la sequía, presenta dos períodos críticos: la emergencia del cultivo y el crecimiento de los tubérculos (prefloración hasta el fin de la misma), durante los cuales la falta de agua puede afectar los rendimientos del cultivo (Denoroy, 1996). La descripción de los requerimientos del cultivo y de las características de la región, permitiría inferir que podrían obtenerse buenos resultados productivos al cultivar este tubérculo.

El topinambur puede aprovecharse de diferentes maneras a través de sus múltiples posibilidades de uso. En primer lugar, como forraje para la alimentación de bovinos, porcinos y caprinos. Para el ganado bovino se considera un alimento de mantenimiento, dado sus bajos valores proteicos y minerales, en comparación con otros cultivos (Seiler & Campbell, 2004). Para la producción porcina presenta un mayor potencial, dado que los cerdos pueden consumir los tubérculos en pastoreo directo y aprovecharlos como fuente de energía (Rebora, 2008). Posee bajos requerimientos en agroquímicos y puede producir una gran cantidad de biomasa en períodos relativamente cortos de tiempo, pudiéndose utilizar aguas residuales para su riego (Rebora *et al.*, 2011), por lo que se convierte en un cultivo atractivo como insumo de biorefinerías para la producción de bioetanol (Long *et al.*, 2016).

El tubérculo de topinambur (Fig. 1) es utilizado para el consumo humano en diferentes países con mayor o menor nivel de adopción.



Fig. 1: Tubérculos de topinambur.

Se lo considera actualmente como un producto “gourmet” y puede consumirse crudo, cocido o como fuente de harina para elaborar diferentes alimentos (Cosgrove *et al.*, 1991). Posee un gran potencial en esta área, dado que se define como un alimento funcional por brindar beneficios para la salud gracias a su contenido en inulina (Rebora, 2008). Este polímero de la fructosa no es degradado por las enzimas digestivas de los seres humanos y de los animales,

esto hace que llegue intacto al colón, actuando como fibra alimentaria (Scollo *et al.*, 2011). La inulina es un prebiótico que actúa favoreciendo el crecimiento selectivo de microflora benéfica en el tracto intestinal, con la consecuente disminución proporcional de la microflora que puede ser perjudicial (Madrigal & Sangronis, 2007). Además, por su contenido en inulina, puede ser incluido en la dieta de personas diabéticas tanto para su consumo hortícola en remplazo de la papa, como a través de alimentos elaborados a base de su harina. (Barclay *et al.*, 2010; Ma *et al.*, 2011). Los alimentos provenientes de la harina no forman gluten ya que provienen de un tubérculo (órgano de reserva en forma de hidratos de carbono) por lo tanto, se pueden incluir en la alimentación de personas celíacas (Scollo *et al.*, 2011).

Los tubérculos pueden utilizarse para la extracción industrial de inulina con diversas aplicaciones en la industria farmacéutica y alimentaria. En la primera, se emplea como estabilizante y excipiente, y puede ser utilizado como inyectable para mediciones clínicas de las funciones renales, como medio de administración de fármacos de liberación lenta, entre otros. En la industria de los alimentos, se usa como sustituto de la fibra alimentaria soluble, de grasas (fructosanos de cadenas largas que simulan su textura) y azúcares (Barclay *et al.*, 2010).

Algunas técnicas de manejo como la variación espacial de plantas y la fertilización pueden modificar y favorecer la producción del cultivo. Las recomendaciones para la densidad de plantación varían desde 2 a 8 plantas por metro cuadrado, según las restricciones que se puedan presentar (Denoroy, 1996; Reborá, 2008). Con respecto a la fertilización, los resultados obtenidos pueden ser ambiguos (Denoroy, 1996). Sin embargo, Kays & Nottingham (2008) plantean requerimientos nutricionales para el cultivo de 70 a 100 kg*ha⁻¹ de N; unos 80 a 100 kg*ha⁻¹ de P; y 150 a 250 kg*ha⁻¹ de K. Estos autores advierten que los fertilizantes nitrogenados pueden causar un crecimiento excesivo de la parte aérea en detrimento del rendimiento de los tubérculos cuando existe un elevado nivel de nitratos en el suelo.

El cultivo de topinambur ha sido estudiado recientemente por investigadores dentro del país. Andrada *et al.* (2012) estudiaron el comportamiento productivo (forraje y tubérculos) y la adaptación del cultivo para el Valle Central de Catamarca, para dos densidades de plantación diferentes. Mombelli (2011), realizó estudios exploratorios de la especie en la localidad de Manfredi, Córdoba, debido a la consulta de productores de la región. Reborá *et al.* (2011) evaluaron el comportamiento productivo de topinambur frente a distintas densidades para cultivos regados con aguas residuales en Tunuyán, Mendoza. Para este trabajo se planteó como objetivo evaluar los efectos de la densidad y la respuesta a la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de topinambur en condiciones marginales de la región pampeana semiárida central de Argentina, para difundir y promover este cultivo poco conocido aún en nuestro medio.

2. Materiales y Métodos

Para llevar adelante el ensayo productivo, se establecieron parcelas experimentales ubicadas en la EEA INTA San Luis, en la ciudad de Villa Mercedes a 33° 39' 08" de latitud Sur, 65° 25' 07" de longitud Oeste y a 509 msnm. Se armaron parcelas de 2,4 x 5 m, con 3 hileras distanciadas a 0,7 m.

Los suelos de esta zona pertenecen a la serie Villa Reynolds. Los mismos se describen con un perfil poco desarrollado formado por arenas loésicas, presentan carbonatos a partir de 30 cm de profundidad, son moderadamente salinos a partir de los 50 cm, con pendientes entre 0 y 1% y clase de drenaje: moderadamente bien drenado. Está clasificado como Haplustol ácuico de acuerdo a la denominación de Soil Taxonomy (Peña Zubiate y D'hirriart, 2000).

Corresponden a perfiles poco desarrollados donde se encuentra típicamente: A – AC – C. Se realizó un análisis de suelo sobre las parcelas experimentales. Se encontró que el suelo contenía 8,38 ppm de nitrato y 18,65 ppm de fósforo. El contenido de carbono fue de 1,17 % y el de materia orgánica 2,02 %. La conductividad de este suelo fue de 1,78 dS/m (no salino) y el pH de 7,57.

Para este estudio se planteó un diseño factorial en bloques aleatorizados con tres repeticiones y dos factores: densidad y nitrógeno. Para el factor densidad se usaron 3 niveles diferentes: baja (D1); media (D2) y alta (D3). Para el factor nitrógeno se utilizaron 2 niveles de fertilización: sin fertilizar o testigo (N0) y fertilizado (N75). Los factores establecidos conformaron los siguientes tratamientos: D1N0, D1N75, D2N0, D2N75, D3N0, D3N75.

Las variables determinadas fueron: porcentaje de plantas en emergencia (%E) a través del tiempo; Días a floración, duración de la floración, días a fin de floración y duración del cultivo; rendimiento de tubérculos por unidad de superficie (peso fresco en t*ha⁻¹); componentes del rendimiento: cantidad de tubérculos por unidad de superficie (N° de tubérculos*m⁻²) y peso medio de los tubérculos (g*tubérculo⁻¹).

El inicio de la floración se determinó cuando al menos una planta presentó un capítulo visible. Se consideró como fin de la floración el momento en que las plantas presentaron sus capítulos senescentes.

Un mes antes de la plantación se efectuaron labores con rotovalor y tractor en forma de desmalezado mecánico y desmenuzado del suelo para la preparación de la cama de plantación. Luego se realizó el armado de las parcelas experimentales, y posteriormente, se hizo una aplicación con glifosato (concentración al 48%). Esta última, se efectuó manualmente con mochila, utilizando una solución al 5% de producto comercial, alcanzando una dosis de 3,5 L*ha⁻¹. Además, previo a la plantación, se aplicó de forma preventiva linuron (concentración al 50%) como herbicida preemergente, utilizando una dosis de 3 L*ha⁻¹.

En cuanto al material genético, en la Argentina no hay cultivares comerciales registradas en el Instituto Nacional de Semillas, y tampoco proveedores de material identificado a nivel comercial (Rebora, 2008). Por lo tanto sólo se puede indicar su procedencia (provincia/región) y el color del tubérculo (rojo o blanco).

Se utilizó para la plantación material proveniente de San Rafael, Mendoza de color blanco. Los tubérculos se desinfectaron mediante el lavado con una solución acuosa de hipoclorito de sodio al 1% durante 3 minutos. Luego se dejaron secar a la sombra durante 24 horas aproximadamente.

Se seleccionaron tubérculos similares en tamaño para la plantación, teniendo en cuenta que su peso fuese superior a 50 gramos. Este es el peso mínimo por encima del cual no existen diferencias productivas asociadas a dicha variable (Rebora, 2008).

La fecha de plantación fue el 17 de septiembre de 2014, asegurando la temperatura mínima necesaria para el rebrote del cultivo (5 °C) (Denroy, 1996). La profundidad fue de alrededor de 10 centímetros. Las diferentes densidades de plantación se establecieron manteniendo una distancia entre hileras de 0,7 m y modificando la distancia entre plantas: baja a 70 cm (D1: 20.408 plantas*ha⁻¹); media a 50 cm (D2: 28.571 plantas*ha⁻¹); y alta a 35 cm (D3: 40.816 plantas*ha⁻¹).

La fertilización se realizó manualmente al voleo con posterioridad a la emergencia del cultivo. En las parcelas fertilizadas se agregó la cantidad equivalente a 75 kg de N*ha⁻¹, utilizando como fertilizante urea granulada.

En cuanto al control químico y mecánico de malezas y plagas, se realizó en posemergencia una aplicación manual con mochila y con protección de cultivo, utilizando el herbicida glifosato en una dosis de 3,5 l*ha⁻¹. En las etapas tempranas del cultivo, cuando la planta aún no había llegado a cubrir el surco de plantación, fue necesario realizar un control mecánico y manual de malezas.

La cosecha se realizó a los 9 meses, en junio de 2015, luego de la finalización del ciclo del cultivo, cuando la totalidad de la biomasa aérea se había secado y se encontraba volcada en el piso. Por cada parcela se cosechó medio metro cuadrado de superficie hasta una profundidad de 40 centímetros.

Para el análisis estadístico se estableció la normalidad de los datos según el test de Shapiro–Wilks ($p > 0,05$) y la homogeneidad de la varianza por el test de Levene ($p > 0,05$). Se realizó ANOVA y test de LSD (comparación de medias) para establecer diferencias estadísticas, y también se utilizó el análisis de correlación de Pearson. En todos los casos se usó el software estadístico Infostat.

3. Resultados y discusión

3.1. Fenología: Emergencia del cultivo y floración

En la Fig. 2 se observa la evolución de los porcentajes de emergencia de plántulas a través del tiempo. La variable tiene el comportamiento de una función sigmoidea, con bajos incrementos al inicio, que luego aumentan rápidamente hasta estabilizarse. En el transcurso de los primeros 15 días, sólo se alcanzó alrededor de un 30% de emergencia. Luego de esto, el porcentaje de emergencia aumenta hasta alcanzar valores cercanos al 100% entre los 35 a 42 días desde la plantación.

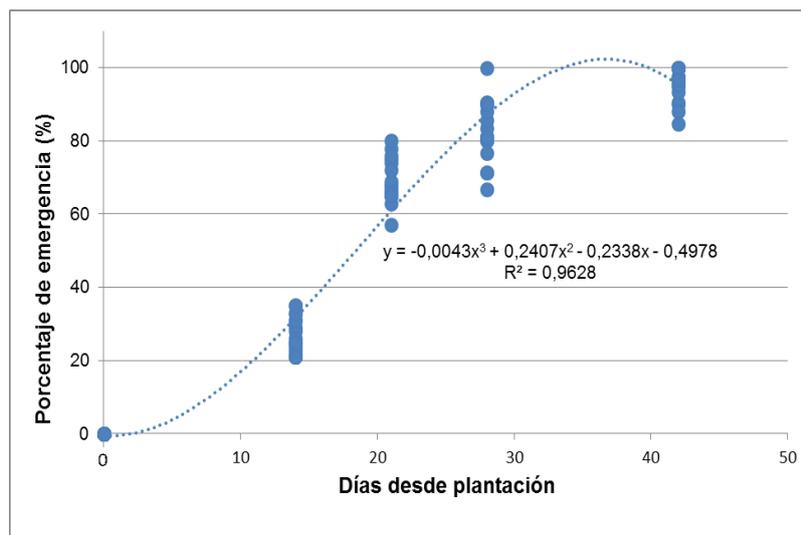


Fig. 2: Evolución del porcentaje de emergencia de plántulas desde la fecha de plantación de los tubérculos.

Se observó en las parcelas que el lento comienzo de la emergencia hizo que la implantación inicial fuera muy despareja. Además, se generó una oportunidad para la ocupación por parte de malezas. Al igual que lo informado por Iburguren & Reborá (2013), luego el surco se cubrió y las malezas dejan de ser una amenaza para el desempeño productivo del cultivo.

El comienzo de la floración, en promedio, fue a los 154 días desde la plantación, alcanzando el 100% de los individuos 18 días después del inicio antes mencionado. El fin de la floración se alcanzó a los 195 días desde la plantación, es decir, una duración de 41 días. Estos resultados son similares a los obtenidos por Reborá *et al.* (2007) para materiales de floración más tardía evaluados en Mendoza, procedentes de distintas regiones de la Argentina. El ciclo completo del cultivo (plantación a reposo) fue de 208 días.

3.2. Rendimiento de tubérculos (peso fresco)

El rendimiento de peso fresco de tubérculos se ubicó entre las 40 a 100 t*ha⁻¹, durante el ciclo de producción analizado, similares a los mencionados por Iburguren & Rebora (2013). Liu *et al.*, (2012) obtuvieron producciones entre 20 y 60 t*ha⁻¹ para diferentes clones de topinambur en la región semiárida de China.

Los resultados obtenidos son superiores a los encontrados por Andrada *et al.* (2012) (15 a 16 t*ha⁻¹ de tubérculos) para el Valle Central de Catamarca, y a los informados por Mombelli (2011) en Manfredi, Córdoba (estimación de 36,4 t*ha⁻¹). Por otro lado, se han obtenido rendimientos muy elevados, cercano a las 180 t*ha⁻¹, para parcelas experimentales regadas con aguas residuales con densidades de 25.000 plantas*ha⁻¹ en Tunuyán, Mendoza (Lelio *et al.*, 2009). Rebora *et al.* (2011) también obtuvieron rendimientos muy superiores en Mendoza (mayores a las 200 t*ha⁻¹), en parcelas experimentales regadas con aguas residuales para distintas densidades (desde 25.000 a 47.000 plantas*ha⁻¹).

Se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos para el rendimiento de tubérculos (p<0,05). El análisis de la varianza muestra diferencias para la interacción de los factores evaluados. Las producciones más altas fueron para los tratamientos con densidad media y baja fertilizados (D2N75 y D1N75) (Tabla 1). Por otro lado, los rendimientos más bajos se obtuvieron en las densidades más altas de plantación (D3N0; D3N75), y para las menores no fertilizadas (D1N0) (Tabla 1). D2N0 mantuvo un comportamiento intermedio. La menor producción asociada a altas densidades fertilizadas, podría ser explicada en el gasto de recursos que destina cada planta por la competencia aérea, en detrimento de la biomasa subterránea (Denoroy, 1996; Kays & Nottingham 2008; Sanz, 2012). Andrada *et al.*, (2012) obtuvieron una respuesta diferente (Valle Central de Catamarca), con mayores rendimientos para densidades de alrededor de 40.000 plantas*ha⁻¹ (70 cm x 35 cm) comparado con 20.000 plantas*ha⁻¹ (70 cm x 70 cm). Rebora *et al.* (2011) encontraron mayores rendimientos en parcelas regadas con aguas residuales, al aumentar la densidad por acercamiento de la distancia entre plantas, mientras que cambios en la distancia entre hileras no tuvieron efecto en el rendimiento de tubérculos.

Tabla 1. Diferencias de medias para rendimiento de tubérculos. Año de cosecha 2015. Se indica Desvío estándar (DE) y Diferencias significativas (Dif. Sig.).

Rendimiento de Tubérculos (RT) (Tn*ha⁻¹)			
Trat.	Media	DE	Dif. Sig. (LSD)
D1N0	42,60	18,24	a
D3N75	47,90	3,96	ab
D3N0	48,20	12,59	ab
D2N0	68,15	5,59	bc
D1N75	91,45	14,50	cd
D2N75	108,85	8,84	d

En columnas: letras minúsculas distintas indican diferencias estadísticas significativas (p<0,05)

3.3. Composición del rendimiento

La producción por unidad de superficie de tubérculos puede ser desagregada en densidad de tubérculos por unidad de superficie (número de tubérculos*m⁻²) y peso de los tubérculos (gramos*tubérculo⁻¹) (Tabla 2).

$$\text{Rendimiento} = \text{tubérculos} \cdot \text{m}^{-2} \times \text{g} \cdot \text{tubérculo}^{-1}$$

Para el estudio realizado se observó que existió una correlación positiva y significativa entre el rendimiento y el número de tubérculos (p<0,05). El peso de los tubérculos presentó una

menor correlación con el rendimiento y no presentó significancia estadística. No existió correlación alguna entre el peso de los tubérculos y el número de los mismos.

Tabla 2. Análisis de correlación (Coeficiente de Pearson) entre componentes del rendimiento en toneladas por hectárea ($t \cdot ha^{-1}$). Año de cosecha 2015.

Variable(1)	Variable(2)	Pearson	p-valor
Rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$)	Nº Tubérculos	0,93	<0,0001
Rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$)	Peso de Tubérculos	0,53	0,0754
Nº Tubérculos	Peso de Tubérculos	0,2	0,5296

3.4. Peso de tubérculos

El ANOVA realizado sobre los datos obtenidos muestra que no existió un efecto significativo de la densidad y la fertilización sobre el peso de los tubérculos. Reborá *et al.* (2011), obtuvieron una respuesta diferente, donde incrementos de la densidad por acercamiento de la distancia entre plantas generó una disminución del peso de los tubérculos y una compensación del rendimiento por aumento del número de los mismos. El promedio de la variable fue de 61,12 gramos por tubérculo (D.E. 8,96), superior a lo encontrado por Andrada *et al.* 2012 en Catamarca (entre 30 a 40 gramos) e inferior a los encontrados por Reborá *et al.* (2011) en parcelas regadas con aguas residuales (75,94 a 96,65 gramos).

3.5. Número de tubérculos

Existieron diferencias significativas entre los tratamientos para el número de tubérculos ($p < 0,05$). No hubo interacción entre los factores analizados. En la Tabla 3 se puede observar que para un marco de plantación con una densidad media, el número de tubérculos por unidad de superficie fue significativamente mayor a la densidad más alta. Además, los tratamientos fertilizados resultaron significativamente mayores para esta variable.

Tabla 3. Diferencias de medias para el número de tubérculos por unidad de superficie. Análisis por factores. Año de cosecha 2015.

Número de Tubérculos por metro cuadrado ($N^{\circ} \cdot m^{-2}$)			
Densidad	Media	DE	Dif. Sig. (LSD)
D1	113,50	48,78	ab
D2	131,50	34,31	b
D3	85,00	14,65	a
Nitrógeno	Media	DE	Dif. Sig. (LSD)
N0	86,67	25,19	a
N75	133,33	34,66	b

En columnas: letras minúsculas distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$)

4. Conclusiones

El cultivo mantuvo un establecimiento exitoso, logrando porcentajes de emergencia cercanos al 100 %. Además, el desempeño productivo fue bueno, con altas producciones de tubérculo, si tenemos en cuenta que el mismo se realizó en secano, con rendimientos similares a los encontrados por otros investigadores en diferentes ambientes.

Para el año de estudio, las densidades entre 20.000 a 30.000 plantas $\cdot ha^{-1}$, fueron las que brindaron los mejores resultados productivos. Densidades de 40.000 plantas $\cdot ha^{-1}$ o más altas

generaron una disminución del rendimiento, aún con el uso de fertilizantes. Densidades más bajas no fueron analizadas en este trabajo.

El manejo de la fertilización y de la densidad permite mejorar la cantidad de tubérculos por unidad de superficie, y esto repercute en el rendimiento.

El número de tubérculos por unidad de superficie fue el componente del rendimiento que mayor influencia tuvo en la definición de la producción de tubérculos.

No existió un efecto significativo de la fertilización y la densidad sobre el peso de los tubérculos, posiblemente debido a que la dosis fue baja y que se realizó una sola aplicación, por lo que se debería seguir investigando y realizando nuevos ensayos para encontrar las dosificaciones correctas para cada región y tipo de suelo.

Bibliografía

- Andrada, H.; Di Barbaro, G.; Paz, I. & Clérici, S. 2012. Evaluación productiva del cultivo de *Helianthus tuberosus* para las condiciones agroclimáticas de Catamarca. *Biología en Agronomía* 2(2): 42-54.
- Barbosa, O. 2008. Descripción del ecosistema: El Caldenal. In: El caldenal puntano. E. G. Gabutti, M. Privitello and O. Barbosa. Editorial El tabaquillo. Cap. 1, p 15-24.
- Barclay, T.; Ginic-Markovic, M.; Cooper, P. & Petrovsky, N. 2010. Inulina versatile polysaccharide with multiple pharmaceutical and food chemical uses. *Journal of Excipients & Food Chemicals* 1 (3): 27-50.
- Chang, W. C.; Jia, H.; Aw, W.; Saito, K.; Hasegawa, S. & Kato, H. 2014. Beneficial effects of soluble dietary Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) in the prevention of the onset of type 2 diabetes and non-alcoholic fatty liver disease in high-fructose diet-fed rats. *British Journal of Nutrition* 112 (5): 709-717.
- Cosgrove, D. R.; Oelke, D. A.; Doll, J. D.; Davis, D. W.; Undersander, D. J. & Oplinger, E. S. 1991. *Alternative Field Crops Manual*. University of Wisconsin-Extension, Cooperative Extension.
- Denoroy, P. 1996. The crop physiology of *Helianthus tuberosus* L.: a model oriented view. *Biomass and Bioenergy* 11(1): 11-32.
- Duke, J. A. 1983. *Handbook of energy crops*. Cap. *Helianthus tuberosus*. Disponible en: https://hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Helianthus_tuberosus.html.
- Ibarguren, L., & Rebora, C. 2013. El cultivo de topinambur: generalidades sobre su ecofisiología y manejo. *Horticultura Argentina* 32 (77): 35-41.
- Kays, S.J. & Nottingham, S.F. 2008. *Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke Helianthus tuberosus* L. CRC Press.
- Kosaric, N.; Cosentino, G. P.; Wieczorek, A. & Duvnjak, Z. 1984. Jerusalem artichoke as an agricultural crop. *Biomass* 5 (1): 1-36.
- Lelio, H.; Rebora, C. & Gómez, L. 2009. Potencial de obtención de bioetanol a partir de topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) regado con aguas residuales urbanas. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo* 41 (1): 123-133.
- Liu, Z. X.; Spiertz, J. H. J.; Sha, J.; Xue, S. & Xie, G. H. 2012. Growth and yield performance of Jerusalem artichoke

- clones in a semiarid region of China. *Agronomy Journal* 104(6): 1538-1546.
- Long, X. H.; Shao, H. B.; Liu, L.; Liu, L. P. & Liu, Z. P. 2016. Jerusalem artichoke: A sustainable biomass feedstock for biorefinery. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 54: 1382-1388.
- Ma, X. Y.; Zhang, L. H.; Shao, H. B.; Xu, G.; Zhang, F.; Ni, F. T.; & Brestic, M. 2011. Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*), a medicinal salt-resistant plant has high adaptability and multiple-use values. *Journal of Medicinal Plants Research* 5 (8): 1272-1279.
- Madrigal, L., & Sangronis, E. 2007. La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 57 (4): 387-396.
- Mombelli, J.C. 2011. Evaluación agronómica del topinambur (*Helianthus tuberosus* L.). EEA INTA Manfredi. En: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/72-evaluacion_topinambur.pdf.
- Musto, J. C. 1979. La degradación de los suelos en la República Argentina. Publicación CIRN INTA (67).
- Peña Zubiarte, C.A.; D'hiriart, A.; Aguirre, E.R.; Demmi, M.A.; Elizondo, J.D.; García, S.M.; Pascuarelli, A.P. 2000. Carta de suelos de la república argentina – hoja Villa Mercedes Provincia de San Luis. INTA – Gobierno de la Provincia de San Luis. 195 p.
- Rebora, C. 2008. Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.): usos, cultivos y potencialidad en la región de cuyo. *Horticultura Argentina* 27 (63): 30-37.
- Rebora, C.; Galmarini, C. R. & Lelio, H. 2007. Caracterización de germoplasma de topinambur -*Helianthus tuberosus* L.- aspectos morfológicos fenológicos y rendimiento. *Horticultura Argentina* 20 (61): 55 (resumen).
- Rebora, C.; Lelio, H.; Ibarguren, L. & Gómez, L. 2011. Efecto de la densidad de plantación sobre el rendimiento de topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) regado con aguas residuales urbanas. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo* 43 (2): 83-90.
- Sanz Gallego, M. 2012. Utilización del cultivo plurianual de patata (*Helianthus tuberosus* L.) para la producción de hidratos de carbono fermentables a partir de los tallos. Tesis (Doctoral). Madrid, España. UPM. 233 p.
- Scollo, D.; Ugarte, M.; Vicente, F.; Giraudo, M.; Sánchez Tuero, H. & Mora, V. 2011. El potencial del topinambur en la salud y la nutrición. *Diaeta* 29 (137): 7-13.
- Seiler, G. J. & Campbell, L. G. 2004. Genetic variability for mineral element concentrations of wild Jerusalem artichoke forage. *Crop Science* 44 (1): 289-292.
- Viglizzo E.; Roberto Z.; Lértora F.; Gay E.L. & Bernardos J. 1997. Climate and land-use change in field-crop ecosystems of Argentina. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 66 (1): 61-70.