

Avances en Horticultura - Review

El cultivo de topinambur: generalidades sobre su ecofisiología y manejo

L. Ibarguren y C. Rebora

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. Almirante Brown 500 (M5528AHB) Luján de Cuyo, Mendoza.
libarguren@fca.uncu.edu.ar

Recibido: 19/5/12

Aceptado: 13/6/13

Resumen

Ibarguren, L. y Rebora, C. 2013. El cultivo de topinambur: generalidades sobre su ecofisiología y manejo. *Horticultura Argentina* 32(77): 35-41.

El topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) es un cultivo herbáceo que pertenece a la familia de las Asteráceas. La reproducción es agámica, produce tubérculos que son utilizados para su propagación como semilla. Normalmente la brotación ocurre en primavera, desarrollando luego una gran estructura aérea y una altura de hasta 4 m, con varios tallos y ramificaciones; finalmente tuberiza y la parte aérea muere. La plantación se realiza en invierno a una densidad de 20.000 a 50.000 plantas·ha⁻¹ y a una profundidad recomendada de entre 10 a 15 cm. Las principales fases del desarrollo de la planta de topinambur son: formación de rizomas, tuberiza-

ción, floración y senescencia. Las mismas se ven afectadas por condiciones climáticas, tales como la temperatura, la radiación y el fotoperíodo; éste último de gran importancia debido a que afecta el crecimiento vegetativo y llenado de los tubérculos. A pesar de que el topinambur es un cultivo muy resistente a la sequía, el rendimiento de tubérculos se ve afectado por el déficit hídrico, especialmente si éste ocurre al momento de iniciar la floración o durante el crecimiento de los tubérculos. El cultivo requiere, aproximadamente, 1.250 mm de agua en el ciclo productivo y es muy eficiente en la captación de nutrientes.

Palabras claves adicionales: *Helianthus tuberosus* L., tubérculos, fotoperíodo, labores culturales.

Abstract

Ibarguren, L. and Rebora, C. 2013. The Jerusalem artichoke crop: an overview ecophysiology and management. *Horticultura Argentina* 32(77): 35-41.

Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) belongs to the Asteraceae family. This specie is reproduced in an agamic way and produces tubers (underground stems) that are used for the plant propagation. It usually sprouts in spring and develops a large overhead structure with several stems and branches, reaching up to 4 meters in height. Thereafter, it produces tuberization and the overhead structure dies. Planting is done in winter at a density of 20,000 to 50,000 plants·ha⁻¹ and the recommended depth is bet-

ween 10 to 15 cm. In Jerusalem artichoke, main plant development phases are: rhizomes formation, tuberization, flowering and senescence. They are affected by weather conditions, such as temperature, radiation and photoperiod, being the latter the most important because it affects vegetative growth and tubers maturation. Although Jerusalem artichoke is very resistant to drought, tuber yield is affected by water deficit, specially if it occurs at flowering or during tubers growth. Crop water requirement is 1,250 mm. Jerusalem artichoke is very efficient in nutrient uptake.

Additional keywords: *Helianthus tuberosus* L., tubers, photoperiod, crop management.

1. Introducción

Helianthus tuberosus L. es una especie que pertenece a la familia de las Asteráceas. Esta planta es originaria de América del Norte; su cultivo estaba difundido entre los aborígenes cuando los exploradores europeos llegaron a tal región. Rápidamente se introdujo en Europa y se difundió tanto para el consumo animal como para el humano. Esta especie tiene cuatro usos principales: horticola, forrajero, extracción de inulina y producción de etanol (Rebora, 2008b). La mayor biodiversidad de especies silvestres se preserva en la zona de origen; mientras que la mayor cantidad de va-

riedades cultivadas se encuentra en Europa (Kays & Nottingham, 2008).

Este artículo tiene como objetivo revisar y sintetizar la información disponible de las principales características de la especie, su crecimiento y desarrollo, requerimientos agroclimáticos y tecnología de manejo.

2. Caracterización de la especie

El topinambur, también conocido como papa chanchera, es una planta herbácea, de tallos ramificados que puede alcanzar hasta 4 metros de altura. Esta especie

produce tallos subterráneos (tubérculos) muy ricos en hidratos de carbono, los que permiten la reproducción agámica de las plantas (Losavio *et al.*, 1997). Es un cultivo anual cuyo desarrollo responde al siguiente esquema general: normalmente brota en primavera, desarrolla una gran estructura aérea, usualmente con varios tallos y ramificaciones, finalmente tuberiza y la parte aérea muere (Meijer & Mathijssen, 1992). El rendimiento de tubérculos es alto, de 30 a 100 toneladas por hectárea, es poco susceptible a plagas y enfermedades, así como a bajas temperaturas (Denoroy, 1996).

Dependiendo de las cultivares, el ciclo del cultivo puede variar entre 100 y 270 días. La plantación se realiza en primavera temprana, a densidades que pueden variar entre 20.000 y 50.000 plantas·ha⁻¹; con tubérculos semilla enteros o trozados, de un peso óptimo aproximado de 50 g (Denoroy, 1996).

En el mundo hay muchas cultivares difundidas, pero en nuestro país no hay registro de esta especie, sólo existe una caracterización de los materiales disponibles (Reborá, 2008b). Experiencias realizadas en la facultad de Ciencias Agrarias de la UNCuyo, han llevado a denominarlas “Rojas” y “Blancas” según el color de la epidermis (Figura 1), pudiendo observarse, en el primer caso tubérculos más uniformes, redondeados y grandes; y en el segundo, tubérculos desuniformes, con protuberancias y de menor tamaño (Alex & Switzer, 1976; Reborá, 2008b). Los clones cultivados producen tubérculos grandes que se agrupan próximos al tallo principal, mientras que los silvestres producen tubérculos de menor tamaño dispuestos al final de los rizomas (Wyse & Wilfardt, 1982).

Los principales usos del topinambur son: forrajero, industrial para extracción de inulina y producción de etanol, y hortícola (Raso, 1990). Como hortaliza, el topinambur no es una especie muy difundida, aunque posee un gran potencial. En la actualidad se lo consume en muchos países europeos, en América del Norte y en menor medida en otras partes del mundo. Los tubérculos acumulan reservas en forma de fructanos y dentro de éstos, la inulina es el principal. Debido a la acumulación de reservas en forma de fructanos y no de almidón, estos tubérculos constituyen una alternativa alimentaria a la papa (*Solanum tuberosum* L.) en dietas de diabéticos. El topinambur podría considerarse un alimento funcional debido a su alto contenido de inulina, 16 a 20 % del peso fresco del tubérculo (Ragab *et al.*, 2003). El potencial de este cultivo como fuente de obtención de dicho carbohidrato es importante, por ser una de las especies vegetales con mayor proporción del mismo, asociado además al alto rendimiento por unidad de superficie (Reborá, 2008b).

La inulina se considera funcional por proporcionar acciones benéficas para la salud humana, como por ejemplo el aumento de bifidobacterias presentes en el intestino humano y la disminución de los niveles de colesterol y triglicéridos en la sangre. Por favorecer el crecimiento de las bifidobacterias y microorganismos beneficiosos para la salud, se dice que la inulina tiene actividad prebiótica (Moshfegh *et al.*, 1999).

Además, es un alimento con un alto contenido de fibra soluble, que actúa como agente regulador del colesterol y la glucosa existente en la sangre (Moshfegh *et al.*, 1999).



Figura 1. Cultivares de topinambur Rojo y Blanco.

3. Crecimiento y desarrollo del topinambur

El cultivo de topinambur se inicia con tubérculos semilla; los que requieren de temperaturas superiores a 5 °C para brotar, acelerándose el proceso a medida que ésta aumenta (Barloy, 1984; Kosaric *et al.*, 1984). A partir de los tubérculos semilla emergen los tallos, modificándose el número por planta según las cultivares y el tamaño del tubérculo utilizado como semilla (Gallard, 1985). El tamaño de los tallos, expresado en función de su longitud y diámetro, está determinado por varios factores entre los cuales se encuentra la densidad poblacional. Una alta densidad de plantas acelera el alargamiento temprano de los tallos produciendo plantas más altas; no obstante, a muy alta densidad, disminuye el largo de los entrenudos y por lo tanto la altura de los tallos. Esto afecta la arquitectura del dosel del cultivo y de esta manera la capacidad de la planta para interceptar luz.

Las ramas se forman desde la base de los tallos, en las axilas de las hojas (Mc Laurin & Kays, 1999).

Las hojas normalmente alcanzan una longitud de 10 a 20 cm aunque varía según las cultivares (Berenji & Kisgeci, 1988). Además, presentan el fenómeno de heterofilia debido a que las que aparecen temprano son más pequeñas que las que se forman más tarde. También presenta un cambio en la filotaxis con el desarrollo de la planta, debido a que hasta la formación del vigésimo nudo, las hojas se disponen en forma opuesta y luego en forma alterna. Sin embargo, en algunos casos este patrón de desarrollo puede ser modificado en respuesta a la densidad lumínica. El área foliar aumenta rápidamente al comienzo del ciclo del cultivo en función de la temperatura; a mediados de la primavera el valor del índice de área foliar (IAF) puede ser menor a 1, para luego incrementarse rápidamente, considerándose como valores óptimos de IAF entre 4 y 6 (Kays & Nottingham, 2008).

3.1 Formación de rizomas

La formación de rizomas comienza entre la primera y octava semana después de la emergencia. Si la densidad de plantas es elevada, la aparición de los rizomas se retrasa y disminuye su número debido a la limitada traslocación de carbohidratos. Los rizomas emergen de la parte subterránea del tallo, a una profundidad aproximada de 4 a 5 cm por debajo de la superficie del suelo. En el caso de suelos con texturas más pesadas y mayor densidad aparente, los rizomas suelen poseer menor tamaño y entrenudos cortos. Mientras que en suelos friables suelen desarrollar mayor longitud. En el extremo de los rizomas se forman los tubérculos que son tallos subterráneos especializa-

dos que surgen a partir de porciones distales del rizoma (Kays & Nottingham, 2008).

3.2 Tuberización

La tuberización es un proceso complejo que se inicia en la parte distal del rizoma y que lleva a la formación de órganos reproductivos de almacenaje. La misma se desarrolla en cuatro etapas: i) iniciación; ii) formación del tubérculo; iii) llenado del tubérculo; y iv) dormancia.

i) **Iniciación:** Los mecanismos moleculares que controlan la tuberización en topinambur son desconocidos, pero se han encontrado ciertas similitudes con los de papa, *Solanum tuberosum* L. (Bachem *et al.*, 2001). Los azúcares proveen de energía y carbono para la síntesis de diversos compuestos químicos en la planta; actuando de esta forma como reguladores del metabolismo. En la inducción a la formación de tubérculo en papa, la sacarosa regula la expresión génica que permite posteriormente el flujo de fotoasimilados, a través del floema, a la región del rizoma, iniciando el desarrollo del tubérculo (Viola *et al.*, 2003).

ii) **Formación del tubérculo:** Al inicio de la tuberización se produce una rápida división y expansión celular, y al mismo tiempo comienzan a almacenarse sustancias de reserva (Kays & Nottingham, 2008). El mayor incremento en el número de tubérculos ocurre entre la semana 14 y la 16 luego de la plantación, alcanzando su punto máximo a las 24 semanas. Generalmente, el número de tubérculos está inversamente relacionado con el tamaño de los mismos (Barloy, 1984).

iii) **Llenado del tubérculo:** Durante esta etapa se produce un incremento progresivo de materia seca, principalmente debido a la acumulación de fructanos. Cuando finaliza esta etapa, el tubérculo se ha convertido en un órgano con potencial de dar origen mediante su brotación a una planta (Kays & Nottingham, 2008).

iv) **Dormancia:** Los tubérculos se tornan dormantes al comienzo del otoño y no brotan hasta que las condiciones ambientales sean favorables para el desarrollo de la planta. El momento en que se inicia la dormancia se modifica en función de la madurez de los tubérculos en la planta, de la traslocación de fotoasimilados y del genotipo. En general, se observa que los tubérculos grandes y más maduros son los últimos en entrar en dormición. Ésta ocurre en forma gradual y no todos los tubérculos comienzan simultáneamente. Bagni (1966) señaló correlaciones entre el contenido de poliaminas y la dormancia de los tubérculos; indicando que las mismas pueden ayudar a romper la dormición y estimular la división celular en topinambur (Kays & Nottingham, 2008).

3.3 Floración

Además de la propagación agámica mediante los tubérculos, el topinambur es una especie que puede reproducirse sexualmente a través de la producción de semillas (Kays & Nottingham, 2008). Cuando la planta percibe, a través de las hojas, un fotoperíodo inferior a un umbral determinado, se sintetiza un transcripto, que luego se transporta al ápice vegetativo, induciendo su transformación hacia la fase reproductiva y la iniciación posterior de las flores. La longitud del día o umbral crítico para iniciar la floración es diferente entre clones, siendo no obstante para todos los genotipos inferior a 13,5 horas (Zhou *et al.*, 1984). Otro requisito para la inducción de la floración es que la planta debe tener un tamaño mínimo (Meijer & Mathijssen, 1992) y es por esto, que de no superarlo, la planta se encuentra en una fase denominada juvenil, en que no es sensible a las condiciones ambientales que estimulan la reproducción. El comienzo y la duración de la floración es variable; sobre 190 clones evaluados, se observó que la misma se inició entre los 69 y los 174 días desde el momento de la plantación (Kays & Kultur, 2005).

El topinambur es una especie autoincompatible, por lo que la fecundación es alógama, ya que sólo se producen semillas si la polinización es cruzada (entomófila). La floración y producción de semillas en especies silvestres permite aumentar la variabilidad genética y la dispersión a zonas distantes de las plantas progenitoras (Westley, 1993). Las flores de las variedades cultivadas son generalmente estériles. Generalmente las semillas miden 5 mm de longitud por 2 mm de ancho, son aplanadas, en forma de cuña y lisas. La cantidad de semillas producidas por planta es variable; ya que los clones silvestres tienen de 3 a 50 semillas por capítulo (Wyse & Wilfardt, 1982), mientras que los cultivados sólo tienen en promedio de 0,08 a 0,66 semillas por capítulo (0,4 a 24 semillas por planta). El color externo de las semillas puede ser negro moteado, o marrón con manchas blanquecinas (Alex & Switzer, 1976). Cuando las semillas están maduras desarrollan una fuerte dormición, que puede interrumpirse con la estratificación de las mismas; por ejemplo, almacenándolas a 1,7 °C. El porcentaje de germinación luego de tres meses es del 44 %, mientras que si se prolonga a 6 meses disminuye a 4 % (Konvalinková, 2003).

3.4 Senescencia

La senescencia ocurre al final del ciclo del desarrollo del cultivo y puede observarse en los tejidos y órganos de la planta. Cuando esto ocurre, los órganos por encima y por debajo de la superficie mueren o entran en dormancia, aguardando condiciones propicias para su posterior desarrollo. Luego de la primera he-

lada, las células colapsan y la planta muere, exceptuando los tubérculos y las semillas (si es que están presentes). Antes de la muerte de la planta, se produce la traslocación de los carbohidratos y proteínas desde la parte aérea a los órganos de reserva. Por este motivo se recomienda la cosecha después de la primera helada, para asegurarse que todos los nutrientes de la planta, fueron trasladados a los tubérculos (Kays & Nottingham, 2008).

4. Requerimientos agroclimáticos

El topinambur puede desarrollarse bajo condiciones ambientales muy diversas, no obstante el rendimiento es afectado por la radiación solar, la temperatura, el fotoperíodo y las condiciones de manejo del cultivo.

La interceptación de la radiación solar es función del área foliar. El topinambur puede crecer a la sombra, pero con reducción de su crecimiento (Schubert & Feuerle, 1992); por lo cual la luz solar directa es esencial para obtener rendimientos óptimos. Las hojas del cuarto superior de la planta interceptan la mitad de la radiación diaria absorbida; mientras que las hojas situadas en la base de la planta, interceptan menos del 5 %, debido al sombreado que produce la parte superior de la planta (Kays & Nottingham, 2008).

El topinambur requiere temperaturas del suelo de más de 5 °C para que los tubérculos comiencen a brotar y desarrollarse (Cosgrove *et al.*, 2000). Los tubérculos son resistentes a las heladas, los daños por congelamiento se dan por debajo de -2,2 °C. Esto permite que se puedan conservar en el campo durante el período invernal. En contraste a los tubérculos, los tallos y las hojas mueren rápidamente si son sometidos a bajas temperaturas ambientales (Kays & Nottingham, 2008).

Finalmente, el fotoperíodo ha sido uno de los factores ambientales más estudiados en esta especie, al regular prácticamente todas las fases del desarrollo; influyendo en el crecimiento vegetativo y la tuberización. Los días largos promueven el crecimiento de tallos y hojas, mientras que, como se indicó anteriormente, los días cortos son determinantes en la inducción a la floración y tuberización (Kays & Nottingham, 2008).

5. Tecnología de manejo

5.1 Plantación

El topinambur se propaga principalmente a partir

de tubérculos “semilla” enteros o trozados, siendo recomendable que su peso esté comprendido entre 40 y 60 gramos. A menor tamaño el rendimiento tiende a disminuir. Cada trozo debe poseer una o más yemas para permitir el desarrollo de un nuevo tallo. Si los tubérculos “semilla” son grandes, con un gran número de yemas, se obtendría un área foliar mayor que permitiría capturar más eficientemente la radiación solar, en épocas tempranas del desarrollo del cultivo. No obstante esto, a medida que el cultivo avanza en su desarrollo, el sombreado y la competencia entre plantas, hace disminuir el tamaño de los tubérculos (Kays & Nottingham, 2008).

La preparación de la cama de plantación es similar a la que se realiza para papa (*Solanum tuberosum* L.). Se comienza arando, rastreando y armando los camellones de plantación. Ésta puede ser manual o con sembradoras mecánicas de papa (algunas veces modificadas). Los tubérculos semilla son plantados en filas en la zona alta del camellón de plantación. Una distancia de 50 o 60 cm entre los tubérculos semillas de la misma fila, y de 70 a 130 cm entre filas, es la recomendada. Se estiman necesarios 30.000 tubérculos semilla por hectárea, lo que representan 1.400 a 1.800 kg·ha⁻¹ de tubérculos (Kays & Nottingham, 2008). En condiciones no limitantes, la densidad de plantas con la que se logra el máximo rendimiento de tubérculos es de 5 a 8 plantas·m⁻² (Deneroy, 1996). La profundidad de plantación recomendada es alrededor de 10 a 15 cm; si es mayor, los nuevos tubérculos a formarse, lo harán muy profundamente y se dificultará la cosecha.

En ensayos realizados en la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNCuyo, se observó que la densidad poblacional en un cultivo de topinambur afecta los parámetros de crecimiento y rendimiento (Reborá *et al.*, 2011). En este estudio se evaluó el efecto de la densidad de plantación sobre el rendimiento de tubérculos. Se compararon seis tratamientos de densidad, generando stands desde las 25.000 a 47.600 plantas·ha⁻¹. Se observó que los componentes del rendimiento: número de tubérculos por planta, número de plantas por hectárea y tamaño medio de los tubérculos, respondieron a cambios en la densidad generados por la distancia entre plantas y fueron indiferentes a la variación de distancia entre hileras. La altura de las plantas, el número de tallos principales, el porcentaje de materia seca y de sólidos solubles en los tubérculos no se modificaron ante variaciones de densidad (Reborá *et al.*, 2011).

En general, una vez realizada la plantación, la emergencia es elevada, del orden del 90 a 100 %. El tiempo que transcurre entre la plantación y la emergencia difiere entre las cultivares y principalmente está deter-

minado por la temperatura del suelo. El tiempo de emergencia más común es entre 3 a 5 semanas (Kays & Nottingham, 2008).

Considerando la importancia que tiene la disponibilidad de nutrientes y agua, las condiciones del suelo tales como pH y textura, tienen un efecto mucho menor sobre el crecimiento del cultivo (Deneroy, 1996).

5.2 Fertilización

El topinambur puede crecer en suelos poco fértiles, por lo que se lo considera un cultivo de zonas marginales; particularmente se trata de una especie adaptada a ambientes con climas secos y suelos pobres. Sin embargo, en estas condiciones de desarrollo el tamaño de los tubérculos tiende a ser menor y el rendimiento bajo. Esta especie es considerada como sumamente eficiente en la captación de nutrientes (Kays & Nottingham, 2008).

La respuesta del cultivo a la fertilización varía significativamente según el tipo de suelo; aquellos con alto contenido de materia orgánica producen más tubérculos y de mayor tamaño.

Los requerimientos nutricionales del topinambur son: 70 a 100 kg·ha⁻¹ de N; 80 a 100 kg·ha⁻¹ de P; y 150 a 250 kg·ha⁻¹ de K (Kays & Nottingham, 2008). Sin embargo, debe tenerse una precaución especial con los fertilizantes nitrogenados, debido a que la producción de tubérculos se reduce si se agregan nitratos en exceso al suelo. Un elevado nivel de NO₃ altera la relación entre la parte aérea y subterránea de la planta, a favor del crecimiento vegetativo (Kays & Nottingham, 2008).

La adición de fertilizantes cálcicos al suelo puede producir efectos beneficiosos sobre el rendimiento de tubérculos, siempre que el pH del suelo se encuentre en el rango para el desarrollo del topinambur, que es de 4,5 a 8,6 (Kays & Nottingham, 2008).

5.3 Riego

Este cultivo presenta una alta tolerancia al estrés hídrico, ya que es un cultivo altamente eficiente en el uso del agua (Kays & Nottingham, 2008). No obstante esto, presenta una gran sensibilidad al estrés hídrico al momento de la emergencia y crecimiento de los tubérculos (Deneroy, 1996).

Si las etapas mencionadas anteriormente no coinciden con el período de lluvias, es de fundamental importancia realizar riegos suplementarios; aunque hay que recordar, que el exceso en el riego genera un crecimiento vegetal excesivo, reduciendo el rendimiento y el índice de cosecha. Para lograr un crecimiento y desarrollo óptimo, el cultivo requiere más de 1.250 mm durante todo su ciclo. El rendimiento de los tu-

bérculos también es afectado por la sequía; esto, en términos generales, es debido a que provoca una menor tasa fotosintética, disminuyendo el transporte de las sustancias de reserva a los tubérculos.

Los métodos de irrigación utilizados para *Helianthus tuberosus* L. dependen de factores como: tipo de suelo, pendiente y disponibilidad de agua. El riego por surco es el más conveniente al evaluar los costos. El sistema de riego por aspersión no logra una buena distribución del agua debido a la altura de la planta, aunque el sistema de pivó central generalmente puede ser utilizado con éxito (Kays & Nottingham, 2008).

5.4 Manejo sanitario

El topinambur es un cultivo muy rústico debido a la gran resistencia que presenta ante las adversidades. Excepto en el período de implantación, las malezas prácticamente no causan competencia; esto se debe a que la planta crece rápidamente y adquiere un gran tamaño, impidiendo el desarrollo de las malezas por resultar favorecido en la competencia por luz. Generalmente, es suficiente con realizar un control mecánico temprano.

El impacto causado por insectos también es prácticamente despreciable, se cita la aparición de áfidos en algunas situaciones (Reborá, 2008a).

6. Consideraciones finales

El interés por este cultivo es creciente a nivel mundial. En Argentina aún no se cuenta con cultivares registrados, y los productores generalmente desconocen el nombre de los clones que cultivan.

Se trata de una especie que tiene varios usos y aplicaciones; por lo que el conocimiento de su ecofisiología es de fundamental importancia para su manejo. Cualquiera sea el destino final, tanto para su aprovechamiento hortícola, forrajero o industrial, para lograr buenos resultados productivos se deben conocer las características morfológicas de la planta y los mecanismos fisiológicos involucrados en la generación de rendimiento. También es importante comprender cómo resulta afectado su desarrollo por las condiciones agroclimáticas y el conocimiento de la tecnología disponible para el manejo del cultivo. Cabe destacar que no se dispone de estimaciones de Kc del cultivo; por lo que sería interesante valorarlo en investigaciones futuras para poder ajustar más eficientemente el riego.

En nuestro país, el topinambur es un cultivo muy poco conocido y no existen actualmente mercados o industrias que lo requieran. Sería importante difundir los usos y aprovechamiento potencial del cultivo, para

poder captar el interés tanto de los productores como de los consumidores; resaltando sus cualidades nutricionales, su posibilidad de utilización como forraje y materia prima para industrias y elaboración de biocombustibles.

En el caso de generarse una demanda de topinambur en nuestro país, sería posible incorporarlo a los sistemas productivos de varias provincias cuyas características agroclimáticas son apropiadas para su cultivo, tales como las provincias cordilleranas y del sur de Argentina.

7. Bibliografía

- Alex, J. & Switzer, C. 1976. Ontario Weeds, Ontario Ministry of Agriculture and Food. Publication 505, Ontario, Canada.
- Bachem, C.; Horvath, B.; Trindale, L.; Claassens, M.; Davelaar, E.; Jordi, W. & Visser, R. 2001. A potato tuber expressed mRNA with homology to steroid dehydrogenases affects gibberellins levels and plant development. *Plant Journal* N°25, p. 595-604.
- Barloy, J. 1984. Etudes sur les bases genetiques, agronomiques et physiologiques de la cultura de topinambour (*Helianthus tuberosus* L.). Laboratoire d'Agronomie, INRA, p. 41.
- Berenji, J. & Kisgeci, J. 1988. Plant density experiment with Jerusalem artichoke. Topinambour (Jerusalem Artichoke), Reporte EUR 13405, p. 113-116. Comisión de comunidades Europeas, Luxemburgo.
- Cosgrove, D.; Oelke, D.; Doll, J.; Davis, D.; Undersander, D. & Oplinger, E. 2000. Alternative Field Crops Manual of Jerusalem artichoke. En: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/jerusalem-art.html> (2011)
- Denoroy, P. 1996. The crop physiology of *Helianthus tuberosus* L.: A model orientation view. *Biomass and bioenergy* 11 (1) p. 11-32.
- Gallard, C. 1985. Contribution a l'étude de la tuberisation chez le topinambour (*Helianthus tuberosus* L.), in Memoire de D.E.A. Sciences Agronomiques, Rennes University, Francia.
- Kays, S.J. & Nottingham, S.F. 2008. Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke *Helianthus tuberosus* L. CRC Press.
- Kays, S. & Kultur, F. 2005. Genetic variation in Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) flowering date and duration. *HortScience* 40(6), p. 1675-1678.
- Konvalinková, P. 2003. Generative and vegetative re-

- production of *Helianthus tuberosus*, an invasive plant in central Europe. *Plant Invasions: Ecological Threats and Management Solutions*, p. 289-299.
- Kosaric, N.; Consentino, G.P. & Wieczorek, A. 1984. The Jerusalem artichoke as an agricultural crop. *Biomass* 5, p. 1-36.
- Losavio, N.; Lamascese, N. & Vonella V. 1997. Water requirements and nitrogen fertilization in Jerusalem artichoke (*Helianthus Tuberosus* L.) Grown under mediterranean conditions. *Acta Horticulturae* 449 (1), p. 205-209.
- Mc Laurin, W.J. & Kays, S.J. 1999. Substantial leaf shedding: a consistent phenomenon among high-yielding sweetpotato cultivars. *HortScience* 28, p. 826-827.
- Meijer, W. & Mathijssen, E.W. 1992. Experimental and simulated production of inulin by chicory and Jerusalem artichoke. *Industrial Crops and Products* 1 (2-4), p. 175-183.
- Ragab, M.; Okasha, K.; Eloksh, I. & Ibrahim, M. 2003. Effect of cultivar and location on yield, tuber quality, and storability of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) I. Growth, yield, and tuber characteristics. *Acta Horticulturae* 620, p.103-111.
- Raso, E. 1990. Jerusalem artichoke. Effect of nitrogen-potassium fertilizing. *Terra e Sole* 45, p. 431-433.
- Rebora, C. 2008a. Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.): usos, cultivos y potencialidad en la región de cuyo. *Horticultura Argentina* 27 (63), p. 30-37.
- Rebora, C. 2008b. Caracterización del germoplasma de topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) existente en Argentina por aptitud agronómica e industrial. Disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Nacional de Cuyo, en la página: <http://bdigital.uncu.edu.ar/fichas.php?idobjeto=2980>
- 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 FCA UNCuyo* 43 (2), p.83-90.
- Schubert, S. & Feuerle, R. 1992. Effect of shading on carbohydrate metabolism of shoots and inulin storage in the tubers of two cultivars of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). 2nd ESA Congress, Warwick University, Reino Unido, p. 138-139.
- Viola, R.; Roberts, A.; Haupt, S.; Gazzani, S.; Hancock, R.; Marmiroli, N.; Macharay, G. & Oparka, K. 2003. Tuberization in potato involves a switch from apoplastic to symplastic phoem unloading. *Plant Cell* 13, p. 385-398.
- Westley, L.C. 1993. The effect of inflorescence bud removal on the tuber production of *Helianthus tuberosus* L. (Asteraceae). *Ecology* 74 (1), p. 2136-2144.
- Wyse, D.L. & Wilfardrt, L. 1982. Today's weed: Jerusalem artichoke, weeds Today. Spring, p. 14-16.
- Zhou, K.F.; Zhang, A.H.; Zou, S.B. & Li, M.L. 1984. Studies on the photoperiodic responses in short-day plant *Helianthus tuberosus*. *Acta Bot.* 26, p. 392-396.