

CULTIVOS DE BULBO, RAÍZ Y TUBÉRCULO

TOPINAMBUR



CULTIVOS GOURMET: TOPINAMBUR

Díaz, K. E., Rosini, M. B., Castagnino, A. M. y García Franco, A.

INTRODUCCIÓN

El topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) es un alimento particular que presenta más de 200 denominaciones diferentes, según países, regiones y culturas diversas: en español: pataca, aguaturma, alcachofa de tierra, batata de caña, pera de tierra, topinambo, tupinambo, topinamburo, papa de caña, papa chanchera, en alemán: knollensonnenblume, en francés: artichaut de terre, topinambour, en portugués: batata tupinamba, girasol batateiro, tupinambo, y en inglés: Jerusalem artichoke, sunroot, sunchoke. Dentro de estos nombres, los más utilizados incluyen alcachofa de Jerusalén, sunchoke, topinambur, woodland sunflower o earth apple.

Su origen proviene de América del Norte, donde era utilizado por los pueblos originarios antes de la llegada de Colón, aunque algunos historiadores indican que el explorador francés Samuel de Champlain lo encontró en 1605 en la península Cabo Cod, en el extremo oriental del estado de Massachusetts. *Helianthus tuberosus* L. o alcachofa de Jerusalén es una planta originaria de América del Norte de la familia Asteraceae. El examen del genoma sugiere que el ancestro de *Helianthus annuus* dio origen a *Helianthus tuberosus* a través de la hibridación entre dos tipos de girasoles perennes: Hairy y Sawtooth (Méndez-Yáñez, 2022).

Es una planta perenne con raíces tuberosas, que se puede propagar de diferentes formas: rizomas, injertos, tubérculos, esquejes, semillas y cultivo de tejidos (Alla et al., 2014). El cultivo llegó a Europa en 1616 a Roma y se hizo conocido comúnmente en España y el Mediterráneo alrededor de 1650. Posteriormente, en el siglo XX el topinambur era considerado un componente alimentario común en países como Inglaterra, Alemania y Francia (Van Loo et al., 1995).

Los tubérculos son la parte comestible de esta planta, los cuales presentan formas variadas: piriforme, ovalada, claviforme, redondeada y alargada. Las plantas presentan un número variable de yemas, anillos en forma de escamas, colores de los tubérculos, tipos de superficie de los

tubérculos, colores de la médula de los tubérculos, posibles tubérculos hijos y protuberancias (Smekalova et al., 2011). En diferentes países existen colecciones para estudiar esta especie por su alto valor nutritivo y farmacológico, y materias primas para producir bioetanol.

En el INRA-Montpellier ubicado en Francia, por ejemplo, existe una colección de 140 clones cultivados con tipologías y genéticas peculiares, entre hexaploides ($2n=6x=102$), tetraploides ($2n=4x=68$) e híbridos con girasol ($2n=34$) (Serieys et al., 2010). Actualmente, Alemania es considerado uno de los principales países productores a nivel mundial, donde además se llevan a cabo investigaciones, dado que fue uno de los principales alimentos de los soldados en la Primera y Segunda Guerra Mundial, consumiéndolo envasado al natural.

Es muy apreciado en países como Chile, Perú, México y gran parte de Europa. Durante las dos últimas décadas se han explorado usos alternativos, especialmente para la producción de ingredientes alimentarios funcionales como la inulina, oligofructosa y fructosa (Panchev et al., 2011) y como materia prima para la producción de bioetanol. Además, se pueden extraer algunos ingredientes bioactivos de sus hojas y tallos, lo que crea una oportunidad para aplicaciones en el sector farmacéutico. En Chile, Alemania, Bélgica, Estados Unidos, entre otros, se puede conseguir en forma de harina y en productos manufacturados como panes, pastas secas y budines, entre otros. También se puede encontrar en forma de tabletas, té de flor de topinambur, deshidratado, acompañando granolas y cereales, o como snacks saludables.

En Argentina fue introducido por los inmigrantes a principios del siglo XX (Rébora, 2008), principalmente para la alimentación de porcinos. Actualmente en nuestro país está muy poco difundido y es producido por pocos productores, ubicados fundamentalmente en las provincias de Río Negro, San Luis, Mendoza, San Juan y Córdoba. Sin embargo, por condiciones edáficas y climáticas, podría ser una alternativa productiva de interés para la Pampa Húmeda.

Las comunidades aborígenes del norte de nuestro país lo utilizan para consumo humano directo, sobre todo en la ciudad de San Ramón de la Nueva Orán, en Salta y alrededores, mientras que en otras regiones se lo emplea como alimento para ovinos, porcinos, caprinos, vacunos y otros animales de granja. Para el ganado bovino se considera un alimento de mantenimiento, por su valor proteico y contenido en minerales, mientras que en el caso de la producción porcina presenta un mayor potencial, dado que los cerdos pueden consumir los tubérculos en pastoreo directo y aprovecharlos como fuente de energía (Rébora, 2008).

Los tubérculos de topinambur se caracterizan por almacenar, en lugar de almidón, el polisacárido inulina, carbohidrato que por acción enzimática y/o medio ácido y calor se transforma en fructosa. La presencia de inulina hace de este tubérculo un alimento funcional, es decir, que además de su valor nutricional, sus componentes provocan efectos fisiológicos positivos (Figura 1).

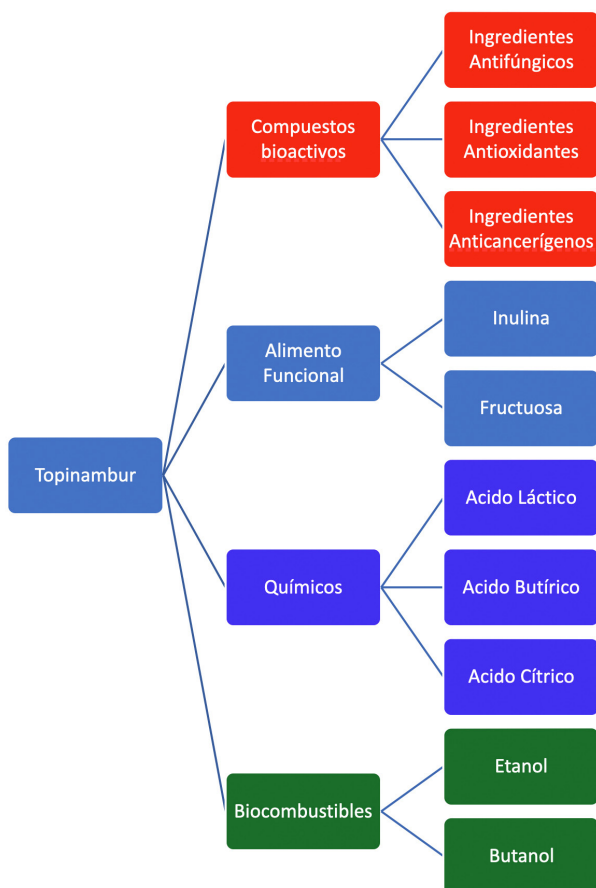


Figura 1. Múltiples aplicaciones del Topinambur. Fuente: Elaboración propia, adaptado de Yang *et al.*, (2015).

Esta especie aparece en los primeros lugares cuando se citan las plantas comestibles ricas en inulina, por su alto contenido en este polisacárido 16-20% del peso fresco del tubérculo (Rébora, 2008). Además, es un alimento con un alto contenido de fibra soluble, que actúa como agente regulador del colesterol y de la glucosa existente en la sangre (Ibarguren & Rébora, 2013).

Como hortaliza, es considerado un producto gourmet y puede consumirse crudo, cocido, hervido, al vapor y al horno. También como fuente de harina para elaborar diferentes alimentos y como encurtido de Il Gama. Aunque se cocinen los tubérculos, la inulina no pierde las propiedades, debido a su alta estabilidad térmica. Si se consumen frescos tienen mejor sabor, pero son más digeribles si han estado almacenados, pudiéndoselos conservar en heladera hasta dos semanas.

Sanz Gallego (2012), indica que los tubérculos se pueden preparar de la misma manera que la papa, siendo su composición bastante parecida excepto en que el topinambur almacena inulina en lugar de almidón, lo que hace que tenga un sabor mucho más dulce. 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).

El topinambur es una especie no tradicional que se encuentra entre los cultivos subutilizados en el mundo, aunque con gran potencial como alimento, ya que sus tubérculos constituyen un alimento funcional. En este sentido, está demostrado que su consumo brinda múltiples beneficios para la salud, ya que además de lo mencionado anteriormente, aporta inulina y fructooligosacáridos. Los tubérculos contienen numerosos nutrientes como, ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, proteínas, minerales, inulina y compuestos fenólicos que tienen capacidades antioxidantes, antimutagénicas y antitumorales (Afoakwah & Mahunu, 2022).

Además, presenta aptitud para diferentes usos como hortaliza, especie forrajera, industrial para extracción de inulina, producción de etanol para generar productos industriales y biocombustibles. La incorporación de inulina y fructooligosacáridos como prebióticos y simbióticos pueden reducir los trastornos patológicos (Afoakwah & Mahunu, 2022). También ambos hidratos de carbono

cuando son fermentados por la microflora intestinal (*bifidobacterium*), exhiben propiedades para la salud, incluida la biodisponibilidad de los minerales, lo que garantiza la absorción de grasas y la inhibición del estreñimiento.

Sus efectos en la salud humana han sido ampliamente estudiados, como por ejemplo son fuente de clorofila (Kaszás *et al.*, 2018), prebióticos (Gupta & Chaturvedi, 2020), proteínas (Bakku *et al.*, 2022), entre otros beneficios. Además, presenta propiedades antidiabéticas, cardioprotectoras, hepatoprotectoras, antiinflamatorias, antimicrobianas y contra la obesidad. La inulina del tubérculo de topinambur se puede utilizar como alimentos funcionales, lo que puede mejorar la salud de la microbiota (Afoakwah & Mahunu, 2022).

Por su fitocomposición se considera que presenta perspectivas para la producción de bioetanol, para el control biológico de los cultivos y buenas cualidades para la salud humana. En comparación con el maíz, el arroz, la caña de azúcar y el trigo, *Helianthus tuberosus* puede llegar a generar el doble de producción de celulosa. Su carbohidrato principal es la inulina (~50%), utilizado como sustrato para generar bioetanol (Yang *et al.*, 2015). También podría utilizárselo para el control de algunos patógenos y plagas biológicas, a través de compuestos de diferentes extractos (Chen *et al.*, 2014).

TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA

El topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) desde un punto de vista sistemático pertenece al orden Asterales, familia Asteraceae, subfamilia Asteroideae, sub-tribu Helianthinae Dias *et al.*, 2016). El término genérico *Helianthus* proviene del griego *hélios* "sol" y de *antrum* "flor", es decir, literalmente flor del sol. El epíteto específico *tuberosus* deriva del hecho de que esta planta está dotada de rizomas de tubérculos (Dias *et al.*, 2016).

Es una planta herbácea, perenne que inicialmente desarrolla una estructura aérea con tallos ramificados de 1 a 3 m de altura, que luego tuberizan con una gran adaptación a climas áridos y distintos tipos de suelo, inclusive pobres, debido a su gran rusticidad. Su rendimiento es alto y es poco susceptible a plagas animales y enfermedades parasitarias, como así también a bajas temperaturas (Rébora, 2008). Cuenta con

un sistema de rizomas subterráneos que lleva pequeños tubérculos, hojas pilosas de forma ovalada y flores compuestas amarillas (Figura 2).



Figura 2. Planta de Topinambur en floración. Fuente: Dias *et al.*, (2016).

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 estos se retrasa y disminuye su número, debido a la limitada traslocación de carbohidratos. En el caso de suelos con texturas pesadas y mayor densidad aparente, los rizomas suelen poseer un menor tamaño y entrenudos cortos, mientras que en los sueltos suelen desarrollar mayor longitud. Los tallos son robustos y estriados, que pueden volverse leñosos con el tiempo. Sus hojas se alternan cerca de la parte superior del tallo, las inferiores son más grandes, anchas y pueden crecer hasta 30 cm de largo, mientras que las superiores son más pequeñas y estrechas.

En cuanto a los tubérculos son desiguales y alargados, variando de racimos nudosos a redondos. Estos son los que permiten la reproducción asexual de las plantas (Ibarguren & Rébora, 2013), variando sus colores del marrón pálido a blanco, rojo y violeta. Los rizomas emergen de la parte subterránea del tallo, a una profundidad aproximada de 4-5 cm por debajo de la superficie del suelo. Son alargados e irregulares, por lo general de 7,5-10 cm de largo y 3-5 cm de ancho. Los colores oscilan entre marrón pálido a blanco, rojo o púrpura, se asemejan vagamente a la raíz del jengibre y poseen un sabor muy similar al del alcaucil (Eguía, 2014) (Figura 3).

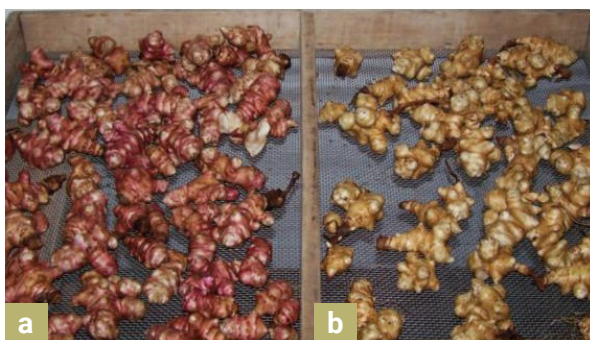


Figura 3. Diferentes cultivares de Topinambur: **a.** Rojo. **b.** Blanco.
Fuente: Ibarguren & Rébora (2013).

Como alternativa productiva, cuenta con una serie de características, respecto de los cultivos agrícolas tradicionales, incluida una alta tasa de crecimiento, buena tolerancia a las heladas, sequía y suelos pobres. También presenta fuerte resistencia a plagas animales y enfermedades parasitarias, con requisitos mínimos o nulos de fertilizantes. Al ser un cultivo de bajo mantenimiento, lo hace ideal para la producción a pequeña y mediana escala con el objetivo de diversificar las producciones.

TIPOS DE TOPINAMBUR CULTIVADOS EN ARGENTINA

En nuestro país no existen variedades de topinambur registradas y tampoco semilleros que provean material identificado. Sin embargo, se destacan cinco variedades que fueron introducidas a Argentina. Las principales características se citan a continuación:

Roso: muy tardía de abundante vegetación y tubérculos rojos con zonas blancas (Figura 4).



Figura 4. Topinambur rojo. Fuente: La societe des plantes (2024).

Bianka: temprana, de gran producción de tubérculos ricos en sacáridos; ideal para apicultura, por su intensa y prolongada floración (Figura 5).



Figura 5. Topinambur var. Bianka Fuente: Fruithill farm (2024).

Waldspindel: de ciclo intermedio, desarrollo vegetativo rápido, tubérculos alargados de color violáceo, con gran contenido de inulina, apto para alimento del ganado y agroindustria por su gran rendimiento de alcohol (Figura 6).



Figura 6. Topinambur Waldspindel. Fuente: Garten rot (2024).

Topianka: gigante, con gran rendimiento de tubérculos y follaje; apta para la producción de forraje verde (Figura 7).



Figura 7. Cultivo de Topinambur para forraje. Fuente: Manokhina et al., (2022).

Blanca CR: de buen rendimiento, tubérculos grandes y excelente productora de forraje (Figura 8).



Figura 8a y b. Topinambur Blanca CR. Fuente: Plantas flores (2024).

CONDICIONES CLIMÁTICAS Y EDÁFICAS ÓPTIMAS PARA EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CULTIVO

Antes de comenzar a desarrollar este punto, es necesario dar a conocer las etapas por las que transcurre el cultivo a lo largo de su ciclo, para comprender mejor sus requerimientos climáticos y edáficos. Es un cultivo cuyo desarrollo responde al siguiente esquema general: brotación en primavera, en la cual desarrolla una gran estructura aérea (con varios tallos y ramificaciones), luego tuberiza y finalmente la parte aérea muere.

La tuberización es un proceso complejo que se inicia en la parte distal del rizoma. La misma se desarrolla en cuatro etapas (Ibarguren & Rébora, 2013):

Inicio: los mecanismos moleculares que controlan la tuberización en topinambur son desconocidos, pero se han encontrado ciertas similitudes con los de la papa (*Solanum tuberosum* L.). 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.

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. El mayor incremento en el número de tubérculos ocurre entre la semana 14 y 16 luego de la plantación, alcanzando su punto máximo a las 24 semanas. Generalmente el número de tubérculos está inversamente relacionado con su tamaño.

Llenado del tubérculo: durante esta etapa se produce un incremento progresivo de materia seca, debido principalmente a la acumulación de fructanos. Cuando finaliza esta etapa, el tubérculo se convierte en un órgano con potencial de dar origen, mediante su brotación, a una planta.

Dormancia: comienza en el 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, de la traslocación de fotoasimilados y del genotipo. En general, se observa que los tubérculos más grandes y maduros son los últimos en entrar en dormición. Esta etapa ocurre en forma gradual y no todos los tubérculos comienzan simultáneamente.

Requerimientos climáticos

El topinambur es una especie promisoría para regiones con restricciones edáficas como nutricionales e hídricas. Este cultivo posee una gran adaptación condiciones ambientales muy diversas (climas áridos y suelos pobres), debido a su gran rusticidad. No obstante, el rendimiento es afectado por la radiación solar, temperatura, fotoperíodo y condiciones de manejo del cultivo. Los días largos promueven el crecimiento de tallos y hojas, mientras que los días cortos son determinantes en la inducción a la floración y tuberización (Kays & Nottingham, 2007; Ibarguren & Rébora, 2013).

Requiere temperaturas del suelo de más de 5 °C para que los tubérculos broten y comiencen a desarrollarse (Cosgrove *et al.*, 2000). El rango de temperatura promedio adecuado es de 6-27 °C, aunque la planta puede tolerar temperaturas bajo cero, mientras que los tubérculos son resistentes a las heladas y a los daños por congelamiento (debajo de - 2,2 °C) por varios meses, incluso si la helada mata los tallos y las hojas. En este sentido los tubérculos pueden resistir temperaturas de hasta - 20 °C.

Requerimientos edáficos

Idealmente se debe plantar en un suelo bien drenado con un pH de 4,5 a 8,2, tolerando una ligera alcalinidad. Para lograr un crecimiento y desarrollo óptimo el cultivo requiere más de 1.250 mm durante todo su ciclo (Ibarguren & Rébora, 2013). El topinambur es una especie con altos requerimientos de Potasio (K), Nitrógeno (N) y Calcio (Ca) para lograr un óptimo rendimiento.

MODALIDADES PRODUCTIVAS

Preparación del lote productivo

Elección del terreno: como es una especie que crece sin mayores problemas en suelos pobres, se lo considera un cultivo de zonas marginales. Sin embargo, prospera mejor y se obtienen mayores rendimientos en suelos fértiles, pero debe evitarse los suelos anegadizos donde el agua se estanque por varios días (Ibarguren & Rébora, 2013).

Preparación del suelo: una vez elegido el terreno, debe prepararse el suelo para lograr una roturación adecuada. Las labores preparatorias del lote son similares a las que se realizan en papa, por lo que se debe lograr una buena cama de siembra a fin de obtener una buena implantación (arada y/o pasada de cincel y de rastra), para luego realizar surcos con un distanciamiento entre hileras que generalmente es de 0,70 m. La labor se inicia mediante una arada y posterior rastreada. Suelen ser suficientes dos pasadas de rastra de discos y luego debe efectuarse el surcado con la separación deseada entre hileras y armado de los camellones de plantación.

Desinfección del suelo: por tratarse de un cultivo adaptable a adversidades no resultaría necesario realizar esta práctica, si bien esto no implica que resulte conveniente su implementación mediante diferentes métodos: químicos, vapor y solarización. En este último caso, una vez efectuada la preparación general del lote, debe realizarse un riego y cubrir toda la superficie con mulching o film fijado en todos los laterales, e implementarse en los meses más cálidos, dejándolo tapado durante aproximadamente un mes para que sea efectiva la intervención.

Abonado y fertilización de base: es aconsejable realizar un análisis de suelo previo al inicio del cultivo, y en función de los resultados, efectuar el

aporte de los macronutrientes como N; Fósforo (P) y K que fueran necesarios. En este sentido, si existiera carencia de P, el mismo deberá aplicarse mediante fertilización de fondo, preferiblemente en banda, previo al momento del inicio del cultivo. Como complemento también puede efectuarse el aporte de abonos tendientes a mejorar la estructura del suelo cuando fuera necesario.

Sistematización: este cultivo se puede llevar a cabo tanto en plano como en camellones. Estos últimos tienen la ventaja de evitar encharcamientos, el planchado en períodos húmedos y mejorar el drenaje. Se pueden realizar con camellonadoras o bien de manera semimecánica (para la marcación de los lomos) o de forma manual. Estos pueden ser de un ancho de 80 cm aproximadamente de centro a centro de camellón con dos hileras distanciadas a 30 o 40 cm sobre éstos.

Forma de iniciar el cultivo y planteo productivo para las principales regiones del país donde se realiza el Topinambur

Principales zonas productivas: en nuestro país se cultivan 5 has de Topinambur (INDEC, 2020), siendo las principales provincias donde se realiza este cultivo:

Catamarca: Colonia del Valle y Miraflores.

Córdoba: Manfredi, El Nono y Tras la Sierra.

San Luis: Villa Mercedes.

Mendoza: Tunuyán.

Buenos Aires: Azcuénaga.

Río Negro: General Roca.

Selección de cultivares para las diferentes zonas productivas del país: los cultivares son seleccionados en base a su adaptación a las condiciones edafo-climáticas de cada zona.

Forma de iniciación del cultivo: en Argentina se realiza a través de la plantación de tubérculos enteros o cortados de julio a agosto. Se recomiendan tubérculos-semilla de un peso de 40-60 g, ya que los tubérculos o trozos mayores a 50 g no aumentan el rendimiento y tamaños menores pueden reducirlo. El pre brotado de los tubérculos puede tener algún efecto benéfico

sobre la emergencia, el crecimiento temprano y el rendimiento, siempre que no ocurran daños en los brotes durante la plantación (Ibarguren & Rébora, 2013; Eguía, 2014).

Respecto del manejo, cuando los tallos tienen una altura cercana a 20 cm conviene hacer un desmalezado y aporcado. En diciembre-enero cuando los tallos superan el metro de altura es recomendable efectuar una poda, lo que favorece al tamaño y cantidad de tubérculos. Posteriormente, se lo deja crecer hasta que las flores comienzan a decaer y allí se realiza el corte de todo el follaje al ras del suelo.

A fines de junio y hasta fines de agosto, antes que comience el rebrote de primavera, se cosechan, siendo el ciclo de aproximadamente 125 días, pudiéndose lograr un rendimiento de 60 a 100 t.ha⁻¹. El rendimiento de los tubérculos 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.

Planteos productivos: Época de trasplante, marco de plantación y cosecha: el órgano de propagación es el tubérculo. Se trata de un cultivo cuyo inicio es por plantación directa, siendo el período de primavera temprana el momento óptimo, con un suelo preparado en forma adecuada para facilitar la tarea. Las plantaciones tardías generalmente reducen el rendimiento y el tamaño del tubérculo (Ibarguren & Rébora, 2013). El armado de lomos 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 o lomo de plantación. La distancia de plantación recomendada es de 50-60 cm entre los tubérculos semillas de la misma fila y de 70 a 130 cm entre filas. Se estiman necesarios 30.000 tubérculos-semilla/ha, lo que representan 1.400 a 1.800 kg.ha⁻¹ de tubérculos (Kays & Nottingham, 2007).

En condiciones no limitantes, la densidad de plantas con la que se logra obtener el máximo rendimiento oscila entre 5-8 pl/m². La densidad de plantación deberá ajustarse en función del balance hídrico del sistema, ya que el agua es generalmente el factor más limitante en las condiciones del cultivo de topinambur (Eguía, 2014). La profundidad de plantación recomendada

es alrededor de 10-15 cm, en caso de ser mayor los nuevos tubérculos a formarse lo harán muy profundamente y se dificultará la cosecha.

En general, una vez realizada la plantación, la emergencia es elevada (90-100%). El tiempo que transcurre entre la plantación y la emergencia difiere entre los cultivares y principalmente está determinado por la temperatura del suelo, siendo lo más común entre tres a cinco semanas (Kays & Nottingham, 2007).

La cosecha de esta hortaliza debe realizarse desde las primeras heladas, cuando el cultivo entra en senescencia una vez finalizado el ciclo vegetativo. Cuando esto ocurre, los órganos por encima y por debajo de la superficie mueren, aguardando condiciones propicias para su posterior desarrollo. Luego de la primera helada, las células colapsan exceptuando los tubérculos y las semillas (si es que están presentes) (Ibarguren & Rébora, 2013). Antes de la muerte de la planta se produce la translocación de los carbohidratos y las 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 translocados a los tubérculos.

La cosecha puede realizarse mecánicamente con maquinaria de recolección de papa, previa eliminación de la parte aérea de la planta, teniendo la precaución de reducir la separación entre los dientes de los peines con el fin de poder recoger los rizomas de menor tamaño, mediante el sistema de arranque por empuje. Una vez cosechado, debe manipularse con cuidado para evitar que los golpes dañen la materia prima. También existe otro método de cosecha, comúnmente utilizado en pequeñas superficies que es arrancado con arado y complementado con la recolección manual de los tubérculos.

Para llegar al momento de cosecha, la acumulación de materia seca en los tubérculos pasa por tres etapas:

Etapas de acumulación lenta: de 11 a 17 semanas después de la emergencia, durante la cual los tubérculos comienzan a formarse.

Etapas de rápida redistribución de las partes aéreas a tubérculos: de 18 a 19 semanas después de la emergencia.

Etapas de estabilización: de 20 a 25 semanas después de la emergencia, durante la cual la materia seca de los tubérculos se acumula de manera continua pero lenta.

En el momento de la cosecha la producción de peso seco de los tubérculos alcanza las 14,4 t/ha. Los rendimientos son relativamente altos, típicamente 16-20 t.ha⁻¹ para tubérculos y 18-28 t.ha⁻¹ peso verde para follaje.

En lo que respecta a la poscosecha, se puede prolongar la calidad hortícola durante todo un año combinando distintos tiempos de conservación de los tubérculos en el campo y en las cámaras frigoríficas. O bien los tubérculos cosechados en otoño se los puede dejar bajo tierra para su almacenamiento hasta la cosecha primaveral, aunque con una disminución de calidad que se hace más notoria a medida que transcurre el tiempo de permanencia en el campo. Esto se debe al aumento de la temperatura ambiental y del suelo, y al aumento de la tasa respiratoria.

Los ambientes destinados a la poscosecha deben asegurar una reducción en la tasa de respiración al mínimo requerido para mantener los procesos vitales, de manera de extender lo máximo posible la conservación del tubérculo, cuidando a la vez que no se produzcan ataques de microorganismos patógenos. Las condiciones de almacenamiento en cámaras deberían ser a 0 °C y entre 90-95% de humedad relativa por un período de cuatro a cinco meses (Ibarguren *et al.*, 2019).

Para consumo en fresco es posible efectuar la cosecha hasta 98 días posteriores a la primera helada, aunque sobre estos tubérculos no se observa una correcta conservación en la cámara frigorífica. Diversos autores indicaron que existen efectos beneficiosos del contenido y grado de polimerización de la inulina sobre la capacidad y el sistema antioxidante de los tubérculos de topinambur durante el almacenamiento a -5 °C y 0 °C, considerándose este rango como temperaturas de almacenamiento adecuadas para diferentes usos (Ibarguren *et al.*, 2019).

Agroindustria

El topinambur es un excelente alimento que puede consumirse en fresco o agroindustrializado puede ser fácilmente procesado, ya que se ha demostrado que es posible obtener numerosos

subproductos, como por ejemplo harinas, snacks, facilitando su consumo y manteniendo la calidad nutricional del producto. En productividad, el topinambur supera significativamente a cultivos hortícolas como la papa, la remolacha azucarera, el maíz y otros cultivos de tipo intensivo, aunque se puede cultivar también con fines forrajeros.

Actualmente, la industria alimentaria mundial se encuentra enfocada en la elaboración de productos con nuevas cualidades (y con valor agregado), orientada a contribuir a mejorar la salud y prevención de enfermedades. Es así que autores como Khomych *et al.*, (2021) han indicado que el topinambur podría contribuir a aumentar el valor biológico de los productos terminados, tendientes al fortalecimiento del sistema inmunológico, reducir el riesgo de ataque cardíaco y accidente cerebrovascular, eliminar los depósitos de sal en las articulaciones, en la dieta terapéutica para la diabetes, entre otros.

No obstante, su uso es limitado en la industria de procesamiento, debido al rápido oscurecimiento enzimático de los tubérculos durante el procesamiento. Por otro lado, la calidad de los productos terminados realizados por la reincorporación de harina de topinambur sustituyendo parcialmente a la harina de trigo, permitió disminuir la cantidad de gluten y brindar mayor elasticidad a la masa logrando un efecto positivo en las características organolépticas, además de mejorar el valor nutricional (Khomych *et al.*, 2021). Por tal motivo resulta recomendable la incorporación del 10% de puré de topinambur en la elaboración de productos de panadería con levadura de alto valor biológico.

LABORES CULTURALES

Riego: responde muy bien al riego, ya que en un estudio realizado, al regar el topinambur produjo 59% más de tubérculos y la producción de biomasa aérea llegó a un 42% en promedio (Bogucka *et al.*, 2021). Por otro lado, este cultivo presenta una alta tolerancia al estrés hídrico, ya que es un cultivo altamente eficiente en el uso del agua (Kays & Nottingham, 2007). No obstante, presenta una gran sensibilidad al estrés hídrico al momento de la emergencia y crecimiento de los tubérculos. 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 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. 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, 2007).

Fertilización: la respuesta a la fertilización varía significativamente según el tipo de suelo, siendo los que poseen alto contenido de materia orgánica los que producen más tubérculos y de mayor tamaño (Ibarguren & Rébora, 2013). Los requerimientos nutricionales 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, 2007). 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 la subterránea de la planta a favor del crecimiento vegetativo (Kays & Nottingham, 2007). 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, 2007; Ibarguren & Rébora, 2013).

Manejo sanitario: se trata de un cultivo rústico, debido a la gran resistencia que presenta ante las adversidades. En el período de implantación las malezas prácticamente no causan competencia, esto se debe a que el canopeo del topinambur crece rápidamente y adquiere un gran tamaño, impidiendo el desarrollo de estas por resultar favorecido en la competencia por luz. Generalmente, es suficiente con realizar un control mecánico temprano. El impacto de los insectos también es prácticamente despreciable, se cita la aparición de áfidos en algunas situaciones (Rébora, 2008; Ibarguren & Rébora, 2013).

Secuenciación (dentro del mismo lote productivo) y rotaciones (entre lotes): respecto de los cultivos antecesores, dado que se trata de una especie muy rústica, puede cultivarse en lotes provenientes de diferentes cultivos, procurando que no exista la presencia de malezas perennes. En cuanto a los cultivos que pueden suceder al topinambur, resulta conveniente evitar el cultivo de otras especies de la familia de las Compuestas o Asteráceas.

A modo de conclusión, el topinambur es un cultivo de interés creciente a nivel mundial. En Argentina se cultivan clones, de los cuales los productores en muchos casos desconocen su nombre, siendo necesario el empleo de cultivares registrados. Se trata de una especie cuya producción resulta de interés para el país, por sus múltiples usos y destinos. 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 empleo de un adecuado nivel tecnológico para el manejo del cultivo. Dado el nivel de desconocimiento nacional, sería importante difundir los usos y aprovechamientos potenciales del cultivo, para poder captar el interés 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.

Entre los efectos positivos para la salud, se destacan la función de fibra dietética y la capacidad de actuar como prebiótico (Scollo *et al.*, 2011). 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. *H. tuberosus* es un tubérculo con un gran potencial en las áreas farmacéutica y gastronómica, en el que es necesario superar las barreras culturales y el desconocimiento que constituyen limitaciones para su inclusión en la alimentación de la población. Las campañas y medidas gubernamentales o del Ministerio de Salud podrían ayudar a las personas a incorporar esta planta en su dieta habitual (Méndez-Yáñez *et al.*, 2022).

Tiene un elevado contenido en inulina, que es un carbohidrato soluble no digerible que está presente en muchos vegetales, frutas y cereales, siendo usada ampliamente como ingrediente en alimentos funcionales (Scollo *et al.*, 2011). Por ser un alimento de muy bajo costo, este cultivo podría servir como una importante fuente nutricional en regiones pobres del mundo, lo que ayudaría a mejorar significativamente la salud de la población (especialmente de las personas mayores), mientras que en las regiones más privilegiadas ahora se consume como alimento gourmet (Scollo *et al.*, 2011).