



Alcachofa

(Cynara cardunculus var. scolymus L.)

Constanza Jana Ayala, Ing. Agrónomo, Dr.
Cornelio Contreras Seguel, , Ing. Agrónomo
Víctor Alfaro Espinoza, Técnico Agrícola

INIA – Intihuasi

CENTRO DE ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

Alcachofa es una planta alógama perteneciente a la familia *Asteraceae*. Estudios recientes, basados en análisis genético y biomoleculares han demostrado que el cardo silvestre es el ancestro directo de la alcachofa (Calabrese, 2016). Se ha postulado que la alcachofa sería un producto hortícola nacido de manos del hombre y estudios genéticos recientes parecen confirmar esta teoría. Selecciones hechas por el hombre a partir del cardo silvestre, habrían resultado primero en la obtención del cardo cultivado, el cual a su vez habría sido la base genética para la obtención de la alcachofa.

Es un cultivo muy antiguo, las primeras reseñas a su consumo están en dibujos grabados en las tumbas egipcias, griegas y romanas quienes la consumían en abundancia porque se pensaba que tenía propiedades digestivas y afrodisiacas. En esos tiempos solo se consumía el tallo (Figura 1). La primera referencia en la que aparece la alcachofa como hortaliza comestible es en el año 1400 en Italia, país que representa la mayor fuente de diversidad para esta especie y es el principal consumidor de alcachofa en el mundo. En la edad media, varios artistas italianos incluyeron a la especie en sus retratos, como parte de la vida diaria (Figura 2).



Figura 1. Personaje que tiene en la mano derecha una alcachofa. Tumba del XIV siglo A.C. Museo Británico de Londres.



Figura 2. Cuadro de Vincenzo Campi de 1535, donde se observan alcachofas en la feria. La pintura se encuentra en Palacio di Brera en Milan, Italia.

El centro de origen ha sido descrito por varios autores en la cuenca del Mediterráneo (Sonnante y otros, 2007; Mauro y otros, 2009), pero sin que se conozca el lugar exacto, ya que la alcachofa se conoce solamente como planta cultivada, no existiendo en forma natural. Investigaciones realizadas por Gatto y otros (2013), localizan como centro de origen el sur de Italia, probablemente Sicilia. Este cultivo probablemente pudo ser domesticado desde material silvestre en Sicilia y el norte de África durante el periodo imperial romano (Pignone y Sonnante, 2004; Gatto y otros, 2013), alrededor del año 500 a. C. y luego distribuida por los árabes durante la Edad Media.

Se menciona la alcachofa en la literatura romana desde 77 A. C., pero la principal fuente de conocimiento de la agricultura romana que fue escrita por Columella (Lucius Moderatus Columella, 4-70 D. C.), entrega la primera descripción de la planta, aunque no está claro si se referían a ella o al cardo. Posteriormente, Plinio el Viejo (Gaius Plinius Caecilius Secundus, 23-79 D. C.) reporta métodos del cultivo de la alcachofa en zonas tales como Cartago (Túnez) y Córdoba (España) (Calabrese, 2016). En siglos siguientes, la alcachofa fue descrita por Galeno (Galenos, 129-200 d. C.), el gran médico griego de Pergamon, hoy Bergama, Turquía, por su uso en medicina y farmacopea (Oliaro, 1969).

Hoy en día corresponde a un producto típico de regiones del Mediterráneo, especialmente de países como Italia, Francia y España, los que son grandes productores (agrupan el 80% de la producción mundial) y consumidores de esta especie. Desde esta zona se ha difundido a otras áreas del mundo que tienen influencia étnica y condiciones climáticas mediterráneas. El nombre de la alcachofa en muchas lenguas

europas viene del árabe medieval **الخرشوف** al-ḥaršūf (American Heritage Dictionary, 2016), desde donde deriva artichoke (inglés), artichaud (francés) y alcachofa (español).

La alcachofa taxonómicamente pertenece a la familia Asteraceae

- Subfamilia: Cichorioideae
- Tribu: Cardueae
- Sub-tribu: Echinopsidinae
- Género: *Cynara*
- Especie: *Cynara cardunculus* var. *scolymus* (L.) Fiori

Es una planta herbácea criptófita perenne, o sea que tiene sus órganos de renuevo subterráneos, además es alógama y entomófila en su fase de reproducción sexual. Tiene $2n = 2 \times 17 = 34$ cromosomas.

Presenta raíces gruesas, cónicas y alargadas, que la hacen bastante resistente a la sequía (Figura 3). Una planta adulta está formada por raíces principales de consistencia leñosa o subleñosa, raíces secundarias fibrosas y raíces capilares. Cuando la reproducción es por semilla, la raíz deriva de la radícula del embrión (Figura 4); pero si es asexual, las raíces son adventicias y provienen de las yemas del órgano que se utilice para la propagación (tallo, hijuelo).

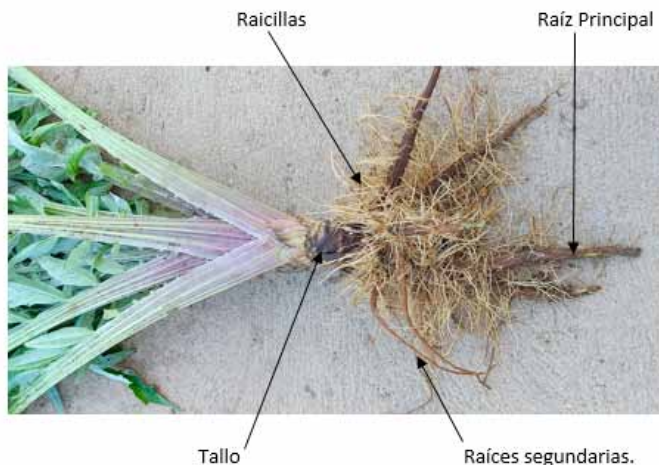


Figura 3. Raíces planta joven de alcachofa.

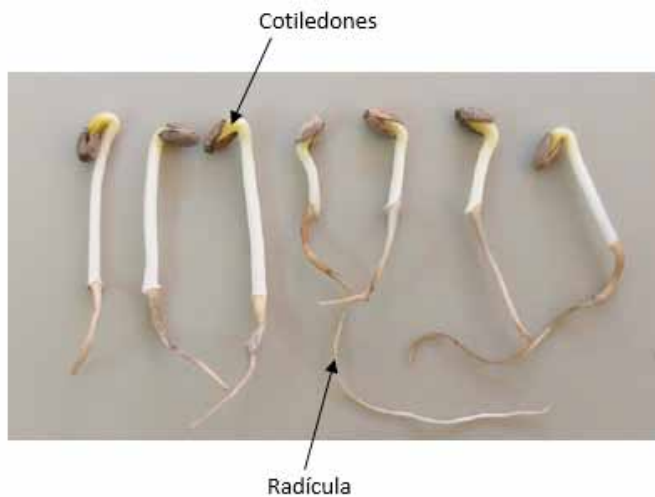


Figura 4. Radícula en plántula de semilla de alcachofa.

Presenta dos zonas, una zona hipógea provista de las yemas que darán origen a los hijuelos y óvolis, y una zona epígea donde se desarrolla el crecimiento de la planta. La zona hipógea lleva equivocadamente el nombre de “rizoma” pese a que es una estructura de tallo modificado, engrosado con una serie de yemas latentes, cuyo tamaño va disminuyendo desde la base hasta el ápice. En la zona epígea, en los inicios del desarrollo, el tallo es muy corto y con una roseta de hojas y a medida que la yema apical evoluciona, se origina el tallo floral. El eje floral o tallo florífero, mide entre 40 a 80 cm, pero en los nuevos cultivares híbridos puede superar los 120 a 150 cm de altura. Se caracteriza por ser cilíndrico, acanalado y muy ramificado. En los ápices de los tallos, se encuentran las inflorescencias, cuyos capítulos representan la parte comestible de la planta (Figura 5).

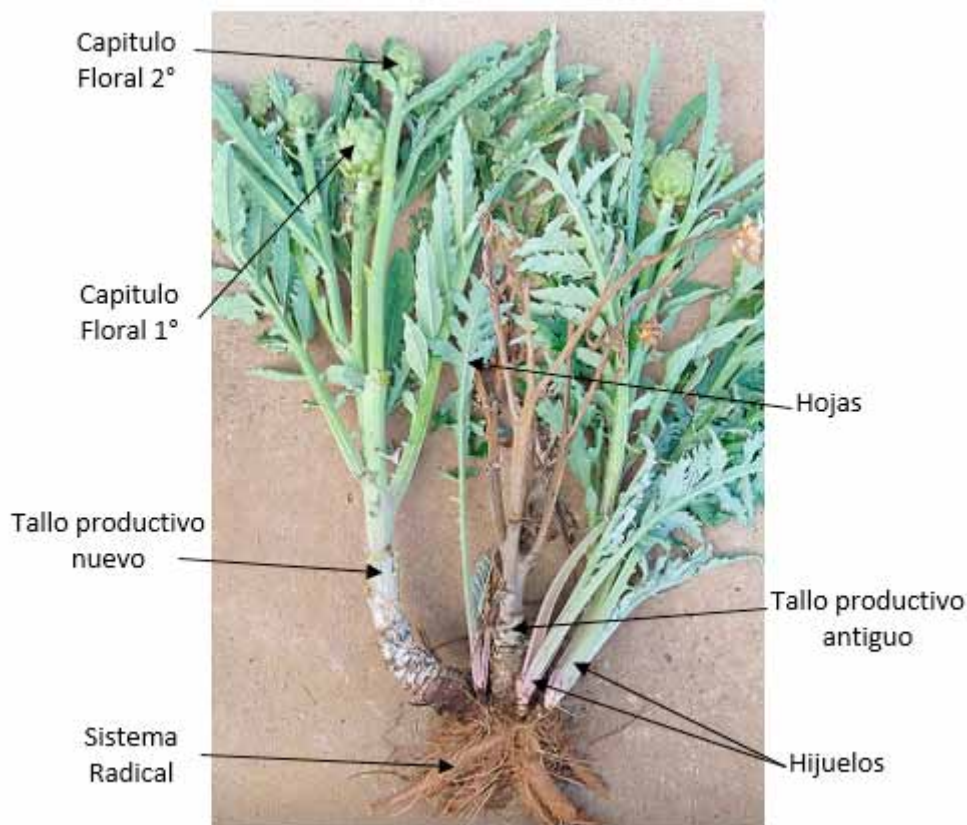


Figura 5. Planta completa de alcachofa, con detalle de tallo productivo antiguo y nuevo.

Las hojas son verdes en el haz y en diferentes tonos grisáceos en el envés. La forma de las hojas varía con los cultivares, la edad de la planta, la posición en la planta, entre otros. Las hojas más jóvenes y que se encuentran en el tallo de la flor más cercano a la cabeza, son lanceoladas con margen entero o dentado, mientras que en las hojas adultas el limbo está dividido en lóbulos laterales, a veces muy profundos. La forma del limbo es un carácter varietal y un indicador de precocidad, pues los cultivares con predominancia de hojas enteras son generalmente más precoces, y a la vez son un indicador de cambio de fase vegetativa a reproductiva (Figura 6).



Figura 6. Tipos de hojas de planta de alcachofa.

Aproximadamente en el estado de 6 a 8 hojas verdaderas, ocurre la inducción floral, momento en que se induce la fase reproductiva de la planta. Comienza el crecimiento del tallo floral o pedúnculo, en cuyo ápice se encuentra la inflorescencia, que es un capítulo, receptáculo carnoso con brácteas, cuya parte inferior es comestible juntamente con el receptáculo, antes de la apertura de la inflorescencia. Los capítulos son ovoideos, globosos, redondos o triangulares y siempre solitarios (Figura 7). La forma y tamaño de estas brácteas es de carácter varietal, algunas tienen espinas en el ápice, aunque en la mayoría de las variedades hoy, están ausentes.

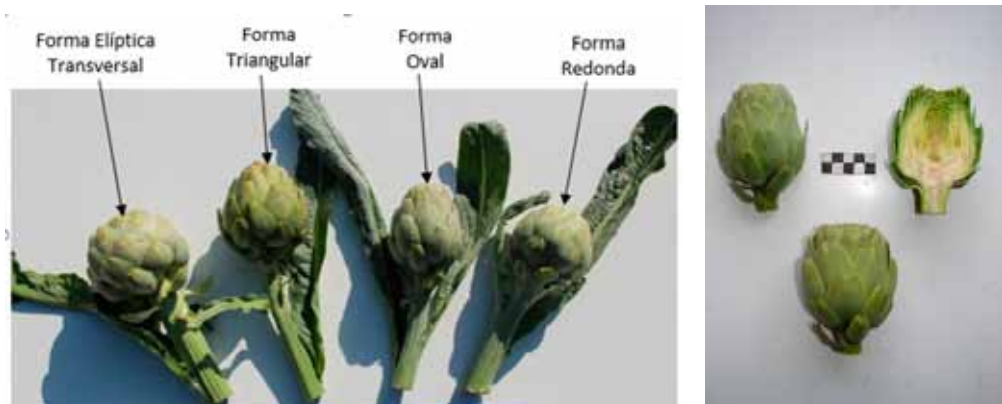


Figura 7. Variación en la forma del capítulo de alcachofas y proporcional de tamaño (Cuadros de colores equivalen a 1 cm²).

Si el capítulo no es cosechado y dejado en terreno, florece con un gran número de flores lilas azuladas (número cercano a 800 flores por inflorescencia), las que maduran desde afuera hacia adentro (Figuras 8 y 9).



Figura 8. Flores de capítulos de alcachofas en antesis.



Figura 9. Receptáculo de capítulo con flores y flor individual.

El fruto es un aquenio (comercialmente indicado como “semilla”) que madura unos 60 días después de la fertilización; los aquenios centrales son casi siempre más pequeños que los periféricos (debido a la floración centripeta) y muestran poca capacidad de germinación. El color varía de gris claro uniforme a marrón y marrón oscuros. La longitud promedio es de 7 mm, el ancho de 3.5 mm y, en cuanto a la forma, puede ser asimilado a un elipsoide oblongo. El peso de 1000 aquenios varía de 30 a 70 g (Figura 10 y 11).



Figura 10. Aquenio con restos de vilanos.



Figura 11. Semilla de alcachofa con buen y mal potencial de germinación.

ADAPTACIÓN AGROCLIMÁTICA

Distribución nacional y zonas productoras

La superficie de alcachofa a nivel nacional es de 1.606,5 ha (Odepa, 2018), con una disminución en los últimos 8 años cercana al 70%, principalmente por razones de mercado (Figura 12). Chile fue un gran exportador de alcachofa procesada, pero perdió competencia con otros mercados y hoy la producción está orientada al mercado nacional.



Figura 12. Superficie (ha) de alcachofa en Chile, periodo 2010 a 2018.

La principal zona productora de alcachofa en Chile es la región de Coquimbo con 917,1 ha. Otras dos regiones de importancia nacional para este cultivo son la Metropolitana (360 ha) y de Valparaíso (305 ha). Si bien es cierto, la región de Coquimbo disminuyó en superficie en más de un 70% en relación al 2010, hoy se ve un repunte en relación al valor de superficie menor experimentado en la historia (año 2013, con solo 622 ha), (Figura 13).

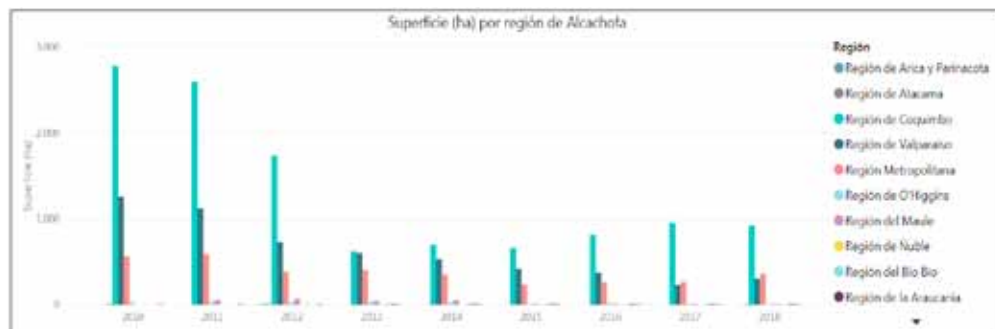


Figura 13. Distribución por zona de producción de alcachofa en Chile, período 2010-2018.

Requerimientos agroclimáticos

El clima más adecuado para alcachofa es el marítimo del tipo Mediterráneo. La planta prefiere clima libre de heladas, primaveras suaves sin cambios bruscos de temperatura y humedad relativa alta.

Es una planta sensible a heladas y temperaturas de 15 a 18°C son consideradas óptimas para su cultivo. Temperaturas bajo 0°C dañan la planta en forma irreversible, ya que la parte más externa del capítulo cambia de color y pierde su valor comercial; con temperaturas mayores a 24° C, la cabezuela se torna más fibrosa y aumenta la posibilidad de espinas en las brácteas.

La alcachofa necesita bajas temperaturas y un fotoperiodo específico para generar el tallo floral y florecer. Se comporta como una planta bianual, es decir, requiere bajas temperaturas seguidas por días largos para iniciar la floración y la elongación del tallo floral. La temperatura más recomendable para vernalización está entre los 2 y 7 °C (Mauromicale y Ierna, 1995, 2000). El frío es un factor esencial para la inducción floral, aun cuando sea mínimo y el efecto se mantiene a través de la propagación vegetativa, ya que se acumularían giberelinas en el ápice de la planta: Ppor otro lado, la inducción floral de variedades de semilla es de 250 horas de temperaturas bajo los 7°C.

La alcachofa se adapta a una gran gama de suelos, pero los mejores rendimientos y calidad se obtienen en suelos profundos y bien drenados, ya que su sistema radical es profundo. En suelos arenosos las producciones obtenidas son bajas por el nivel de fertilidad. Es una especie medianamente tolerante a la salinidad, pudiendo tolerar un rango de conductividad eléctrica de 4 a 10 dS/m (Giacconi y Escaff, 2004).

Variedades de alcachofa en Chile

En Chile se cultivan diversos tipos varietales y nuevas variedades híbridas. Los tipos varietales son de propagación vegetativa y los híbridos, de semilla. Los tipos varietales tradicionales se denominan localmente “francesa o española”; “argentina” y un tipo varietal que ya ha desaparecido, “chilena”.

Chilena era una planta grande y vigorosa de 1,8 m de altura, probablemente de origen francés derivada de Camus de Bretaña, de una cabezuela grande, abierta y con espinas. Con requerimientos de frío, por ende, de producción primaveral (Figura 14).



Figura 14. Capítulo de una alcachofa del tipo varietal chilena.

Francesa o también llamada española es una planta grande y vigorosa, de origen francés, de cabezuela grande, crespas, carnosas y de producción primaveral (Figura 15).



Figura 15. Capítulo de una alcachofa tipo francesa.

Argentina es una planta pequeña, de no más de 1,2 m de altura, muy similar al cultivar blanco temprano cultivado en Argentina y Blanca de Tudela de España, de cabezuela mediana, cerrada y poco carnosa, cuyas necesidades de vernalización son mínimas y por lo tanto, entra en producción en otoño. En climas suaves, sigue produciendo hasta que aumentan las temperaturas de verano (Figura 16).



Figura 16. Capítulo de variedad tipo argentina.

Las variedades de semilla híbrida más utilizadas son Sinfonía y Madrigal.

Sinfonía es una planta de vigor medio con 3 a 4 ramificaciones laterales, cabezas cónicas de compactación media y ciclo medio-precoc. Requiere tres aplicaciones de ácido giberélico de 30 ppm (Figura 17).



Figura 17. Capítulos de variedad Sinfonía.

Madrigal, planta muy vigorosa, de cabeza verde globosa, de tamaño medio a grande, compacta y buen rendimiento agroindustrial, variedad de ciclo tardío que requiere tres aplicaciones de ácido giberélico con 60 ppm (Figura 18).

Otras variedades de alcachofa de semilla que se producen en muy baja superficie en Chile son: Opal, híbrido apto para proceso y consumo fresco, de capítulo violeta y muy precoz, y tres variedades de polinización abierta: Imperial Star, Lorca y A 106, que se caracterizan por ser aptas para proceso y consumo fresco, de capítulo verde, y precoz.



Figura 18. Cabezuelas de alcachofa variedad madrigal.

En el Cuadro 1 se indican algunas características de las variedades y tipos varietales producidos en Chile.

Cuadro 1. Rendimiento total de variedades y tipos varietales de alcachofa, producidos en la Región de Coquimbo (promedio tres temporadas de producción, años 2008, 2009, 2010).

Variedad o tipo	Rendimiento t/ ha	Unidades/ha (miles)	Días a inicio de cosecha *	Principal causa de desecho
Argentina 15		90	120	Desuniformidad producción
Francesa	12,5	50	170	Desuniformidad producción
Madrigal	16	138	121	Baja compactación del capítulo
Sinfonía	17	143	118	Centro morado
Opal	13	110	123	Centro morado
Imperial Star	8	80	107	Centro verde
Lorca	12	112	105	Centro verde
A 106	8,9	81	109	Baja compactación del capítulo

*En el caso de las 6 variedades de semilla se considera la utilización de ácido giberélico.

AGRONOMÍA DE CULTIVO

Ciclo de desarrollo

La alcachofa va de ciclo fresco a cálido. La primera fase de desarrollo vegetativo considera las etapas fenológicas: emergencia o brotación y formación de hojas. En esta etapa debe ocurrir la vernalización, siendo la cantidad de horas frío requeridas muy variable, dependiendo de la variedad. La segunda etapa, que coincide con el aumento de temperatura, corresponde a la formación de capítulos florales y termina con la senescencia de la planta.

El ciclo fenológico de alcachofa considera:

Emergencia o brotación, en el caso de ser una variedad de semilla, esta fase incluye la germinación y emergencia hasta el momento del trasplante con 5 a 7 hojas verdaderas a campo definitivo. En el caso de variedades de propagación vegetativa, comienza con la aparición de las primeras hojas sobre la superficie.

Formación de hojas, este estado fenológico se considera desde la emergencia o brotación hasta cuando las plantas presentan en promedio de 9 a 15 hojas distribuidas en forma helicoidal dependiendo del cultivar, dando la apariencia de una roseta. Ocurre aproximadamente a los 90 días después del trasplante a terreno definitivo, independiente de si es una variedad de semilla o de propagación vegetativa.

Formación de cabezuelas, esta etapa se caracteriza por el desarrollo del tallo apical y la cabezuela primaria, acompañado por el alargamiento y engrosamiento del tallo principal o pedúnculo; en esta etapa, el follaje se mantiene activo y vigoroso no observándose incremento sustancial en la masa foliar. Ocurre en estado aproximado de 28 hojas y dependiendo de la variedad ocurre entre 105 a 165 días después del trasplante. La cantidad de horas de frío (bajo 7° C) requeridos para el inicio de esta etapa, depende de la variedad. En el caso de variedades de propagación vegetativa como “tipo argentina” los requerimientos son mínimos. Con plantación en el mes de diciembre en la zona de La Serena (con temperaturas promedio de 22°C), comienzan a aparecer las primeras cabezuelas en los meses de mayo a junio (con temperaturas promedio de 14°C), incluso sin registro de temperaturas inferiores a 7°. En el caso de variedades de semillas, la variedad Lorca, registra cabezuelas con 19,5 horas de frío, Sinfonía, con 254 horas de frío y Madrigal con 510 horas bajo 7° C (Figura 19).

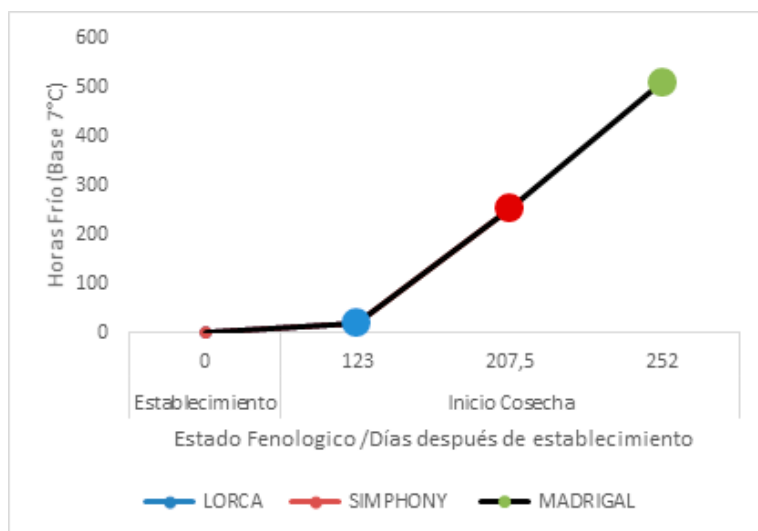


Figura 19. Número de horas de frío (bajo 7° C) de variedades de semilla de alcachofa, requeridas para el inicio de cosecha de acuerdo al número de días desde el trasplante (Sin aplicación de ácido giberélico).

Fructificación, comienza con el máximo desarrollo de la cabezuela primaria, el cese de su crecimiento vegetativo y la aparición de yemas o bifurcaciones a partir del tallo principal y el desarrollo de las cabezuelas secundarias hasta su maduración (floración); además hay aparición de hijuelos en la base de la planta. Dependiendo de la variedad, esta etapa puede durar desde 60 a 100 días.

Senescencia de las plantas, cuando ocurre el envejecimiento de los órganos vegetales, finalizando el ciclo biológico. La alcachofa es una planta bianual, pero desde el punto de vista comercial, se comporta como anual. En verano se suspenden los riegos, y la planta permanece en estado de receso hasta que se reactiva el riego, sea para obtener material de propagación vegetativo fresco (hijuelos) o para obtener una segunda producción (de menor rendimiento que la anterior).

Sistema de propagación

Sistema de reproducción vegetativa

Hasta hace 15 años en Chile solo se usaba la propagación vegetativa, sin embargo, con la aparición de las variedades de semilla, tanto de polinización abierta como híbridos, hoy el porcentaje de productores que trabajan con este sistema, solo alcanza el 50% del total y va en disminución. Los principales órganos de propagación utili-

zados son tallos (tallo aéreo, que ya produjo), rizoma (tallo subterráneo) e hijuelos (Figura 20).



Figura 20. Órganos de propagación vegetativa de alcachofa.

Un hijuelo es un brote nacido de las yemas basales de los tallos subterráneos o aéreos. Es uno de los órganos más utilizados en Italia, donde se cultiva el 80% de la alcachofa que hay a nivel mundial. Se utiliza principalmente hijuelo enraizado en sustrato, lo que permite una entrada uniforme en la producción de las plantas. El uso de hijuelos recién separado de la planta madre se desaconseja porque implica gran cantidad de plantas de replante. En Chile es poco utilizado, ya que, por ser un tejido nuevo, se considera que requiere mayor preocupación al momento de la plantación. Tallo, conocido en Chile como palo, corresponde a la porción basal de un tallo productivo de la temporada anterior, que ya entró en receso y con yemas en su base, es el órgano de propagación más utilizado en Chile con las variedades tradicionales. Tallo modificado o rizoma, conocido en Chile como “tronco”, corresponde a un trozo de este órgano subterráneo con sus yemas (Jana y otros, 2011).

Sistema de reproducción por semilla

La propagación por semilla es una alternativa a la propagación agámica porque contribuye a la racionalización de la técnica de cultivo y mejora el estado sanitario de las plantas con un aumento significativo de producciones unitarias; sin embargo, si bien

el costo de la semilla de polinización abierta es bajo, el costo de los híbridos aún es muy elevado por unidad de planta. Por ello no se utiliza siembra directa, sino que, bajo el sistema de almácigo y trasplante (Figura 21), bajo condiciones controladas de temperatura y humedad en torno a los 18 y 22°C. Temperaturas más altas disminuyen y ralentizan la germinación (Calabrese, 2009).



Figura 21. Plántulas de alcachofa de variedades de semilla, en sistema de almácigo y trasplante.

Injerto

Recientemente ha sido desarrollada la técnica de injertación en alcachofa, con el objeto de buscar resistencia al grave daño que significa *Verticillium dahliae* en esta especie (Figura 22). Se ha evaluado la utilización de cardo cultivado y cardo silvestre como portainjerto de variedades de semilla y diferentes métodos de injerto. El mejor método para injertar esta especie es el de empalme que alcanza un 78% de éxito en comparación con el método de hendidura con un 73% y el mejor portainjerto es el cardo cultivado. Se ha logrado disminución de la incidencia de esta enfermedad sobre suelos infectados con resultados que van de 10% de infestación en plantas injertadas, comparados a 43% de infestación en plantas no injertadas (Temperini y otros, 2013).



Figura 22. Síntomatología visual de una planta de alcachofa afectada por *Verticillium*.

En Chile, la técnica de injerto fue puesta a punto utilizando como portainjerto una variedad tradicional (argentina) proveniente de semilla después de tres generaciones de autofecundación y como púa variedades de semilla híbrida, la que se detalla a continuación:

1. Sembrar semillas de púa y patrón. Es conveniente que las variedades que van a servir de púa sean sembradas unos 15 a 20 días antes. Una vez emergida las plantas, poner por algunos días las bandejas en condiciones de poca luminosidad para inducir a un alargamiento del tallo, teniendo siempre la preocupación de mantener el sustrato húmedo. Cuando las plantas alcanzan cuatro hojas verdaderas, son repicadas a bolsas de mayor volumen con sustrato nuevo, eliminando los cotiledones y chapodándolas para evitar posible estrés (Figura 23).
2. Cuando el diámetro del tallo sea de 7 - 8 mm (grosor de un lápiz grafito), se realiza el injerto. Para injerto de empalme, se realiza un pequeño corte diagonal en el portainjerto, para luego introducir en este el injerto que a su vez viene cortado de igual forma para que calce perfectamente en el pie. Posteriormente se sella con film, atando fuertemente las dos partes para evitar entrada de aire (Figura 24).
3. Las plantas se mantienen en vivero hasta que se visualiza que el injerto fue efectivo. En ese momento se elimina la parte aérea del portainjerto, dejando solamente el injerto (Figura 25).



Figura 23. Se elimina el follaje de la planta que será portainjerto y se repica prepara la púa para el injerto.



Figura 24. Se prepara la púa para el injerto y se injerta asegurando con un film.



Figura 25. Planta injertada terminada.

Propagación por multiplicación in vitro

La técnica de propagación *in vitro* de alcachofa, fue puesta a punto hace más de 30 años, como una alternativa para producir plantas homogéneas a partir de meristemas apicales de brotes subterráneos poco diferenciados fisiológicamente y obtener plantas libres de virus y bacterias exógenas (Macua, 2007). Las plantas *in vitro*, vuelven a un cierto tipo de estado juvenil, alcanzando gran desarrollo y perdiendo precocidad, aun cuando pueden duplicar la producción total. Sin embargo, el alto costo de las plantas *in vitro* no hace rentable su explotación.

Densidad de plantas

La densidad de alcachofas en campo es de alrededor de 7.000 a 10.000 plantas por hectárea; las distancias son generalmente de 100-140 cm entre hileras y 80-130 sobre la hilera. Por lo general, las plantas se disponen en hileras simples.

Para la producción de alcachofa industrial no se requieren grandes calibres de cosecha (máximos de 75 a 80 mm), por lo que se pueden utilizar densidades mayores que para la producción en fresco, en torno a las 20.000 a 25.000 plantas ha (Virdis y Motzo, 2009).

Fertilización en alcachofa

La alcachofa de propagación vegetativa es un cultivo de crecimiento invernal, que prefiere suelos neutros a ligeramente ácidos, no es una planta exigente en cuanto a calidad de suelos y posee un sistema radical activo con gran habilidad para explorar el suelo. Los nutrientes minerales más requeridos, como en muchas plantas, son el nitrógeno y el potasio (Sierra, 2013). Las cantidades extraídas de macronutrientes, medidas en suelos de la localidad de Pudahuel (zona central) alcanzaron a 98, 30,4 y 177 kg ha de N, P_2O_5 y K_2O , respectivamente (Lackington, 1990). Estudios realizados por Sierra (2013) concluyeron que la fertilización nitrogenada en esta especie no debe superar a 250 kg de nitrógeno por ha, debido al aumento de desórdenes fisiológicos que disminuyen la calidad de la cabezuela. Se recomiendan aplicaciones de zinc en etapas iniciales de crecimiento para favorecer una mayor producción.

La recomendación a ajustar según análisis de suelo previo se observa en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Recomendaciones de fertilización para de alcachofa, a ajustar según análisis de suelo (Sierra, 2013).

Nutriente (kg/ha)	Establecimiento (0-30 días)	Crecimiento e inducción (30 a 70 días)	Desarrollo capítulo (70 a 120 días)	Cosecha (120 a 200 días)	Total, kg/ha
Nitrógeno	60	80	50	10	200
Fósforo	80	10	10		100
Potasio	60	80	110	100	350
Calcio		15	25	15	55
Magnesio		15	25	15	55

Uso de ácido giberélico

Las giberelinas inducen la floración en ciertas especies, aquellas plantas que requieren vernalización acumulan ácido *ent kaureno* en los meristemas, en ausencia de bajas temperaturas. Este ácido después de un periodo de bajas temperaturas se transforma en GA₉ que es una de las giberelinas más activas para estimular la floración (Taiz Zeiger, 2002)

Ácido giberélico (GA₃) aplicado en forma exógena, se utiliza como promotor de precocidad en variedades de semilla de alcachofa, cuya efectividad depende de la variedad, tiempo y concentración del tratamiento, condiciones climáticas y otros factores. Su efecto directo es en entrada en producción y en mayor número de cabezas florales por planta, no así en peso o diámetro (Mauromicale e Ierna, 2000). El momento de inicio de las aplicaciones, se recomienda a los 45 días después del trasplante, equivalente a 8 a 10 hojas verdaderas. (Díaz y otros, 2014).

En el Cuadro 3, se observa la dosis de recomendación para variedades de semilla. En la segunda y tercera aplicación, se recomienda subir mojamiento a 500 litros/ha aproximadamente.

Cuadro 3. Recomendación de dosis y momento de aplicación de ácido giberélico para variedades de semilla de alcachofa, utilizadas en Chile.

Variedad	Dosis de GA ₃	Momento de aplicación
Madrigal	60 ppm (x3)	Primera aplicación cuando las plantas tengan 8 a 10 hojas verdaderas. Segunda aplicación a los 10-12 días siguientes.
Sinfonía	30 ppm (x3)	
Opal	16 ppm (x3)	
Imperial, Lorca, A 106	20 ppm (x3)	Tercera aplicación a los 10-12 días siguientes.

Riego

La planta de alcachofa requiere riegos frecuentes durante el periodo de crecimiento de la planta. En Chile se utilizan diversos métodos de riego para esta especie. Uno de los más utilizados es el riego por surco, que se ha realizado en forma tradicional en esta especie, con un nivel tecnológico bajo. Como regla general, el riego por surcos es recomendable solo para suelos de permeabilidad media a baja, en suelos muy permeables de tipo arenoso la eficiencia se ve muy disminuida y obliga a acortar el largo de surcos a menos de 50 metros. Se debe evitar el mojamiento directo de la base de la alcachofa con agua de riego, por lo tanto, los surcos deben tener una profundidad de al menos 30 centímetros (Márquez y Balbontín, 2018).

Riego por goteo es menos usado que sistemas de riego tradicional, ya que se considera a esta especie un cultivo rústico, sin embargo, hoy que ha aumentado la superficie de variedades híbridas, se está usando y con emisores de riego con descarga de 5 litros por metro lineal y con goteros distanciados a 20 cm. Grandes superficies de alcachofa, también se han regado con sistema de pivote central, sistema de riego circular, que permite regar desde 20 ha con una torre, hasta 200 ha con 20 torres, que se van movilizand sobre ruedas y que se adaptan a variados tipos de suelo.

Márquez y Balbontín (2018), realizaron estimaciones de los valores de Kc modelados, para determinar la cantidad de agua a aplicar en cultivo de alcachofa, bajo diferentes sistemas de riego, en la Región de Coquimbo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Modelamiento de balance de riego (transpiración, evaporación, ineficiencias del sistema, reserva de agua en el suelo y agua drenada) y valores estimados de Kc, bajo tres diferentes sistemas de riego en alcachofa en la Región de Coquimbo.

Meses	Riego por goteo		Riego por surcos		Riego por aspersión	
	Kc	m ³ /ha	Kc	m ³ /ha	Kc	m ³ /ha
enero	0,94	1.800	0,73	1.590	0,83	2.100
febrero	1,07	1.500	0,88	1.590	0,96	1.800
marzo	1,02	1.200	0,93	1.500	1,07	1.500
abril	1	850	0,95	1.190	1,08	1.190
mayo	1,01	650	0,92	700	1,02	600
junio	0,99	450	0,89	580	0,95	400
julio	0,97	450	0,89	700	1,01	500
agosto	0,98	800	0,86	780	1,01	1.100
septiembre	0,47	500	0,42	450	0,46	600
octubre	0	0	0	0	0	0
noviembre	0,23	600	0,34	800	0,27	1.200
diciembre	0,67	1.100	0,8	1.300	0,73	1.600
Total		9.900		12.590		11.180

Por último, en la temporada 2019, se evaluaron 5 variedades de semilla híbrida, trasplantadas en Coquimbo, en la zona de Pan de Azúcar en el mes de noviembre y con termino de producción a los 168 días después del trasplante; la cantidad de agua aplicada total se observa en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Número de riegos y volumen total de riego (m³/ha) de cinco variedades de semilla híbrida en la zona de Pan de Azúcar, Coquimbo, temporada 2019.

Días de Cultivo	Número riegos	Volumen (m ³ /ha)
1 a 28	8	635
29-56	9	563
57-84	9	581
85-112	17	811
113-140	18	751
141-168	18	750
TOTAL		4.091

Principales plagas en el cultivo de alcachofa

Se citan 22 especies de plagas en alcachofa presentes en Chile, que pueden provocar pérdidas a los productores, ya sea por la reducción del rendimiento y/o de la calidad. Entre estas se encuentran cuncunillas, gusanos cortadores, pulgones, trips, mosca minadora, arañitas, caracoles y babosas (Salas y Larraín, 2018).

Cuncunillas y gusanos cortadores (Lepidoptera: Noctuidae): *Copitarsia decolora*; *Syngrapha gammoides* y *Agrotis bilitura*. Las larvas de estas mariposas nocturnas son las plagas con mayor importancia económica para el cultivo en la región de Coquimbo. Las hembras colocan sus huevos en hojas, tallos o brotes, así como en malezas asociadas al cultivo. Una vez eclosadas, las larvas comienzan a alimentarse de todas las partes del follaje incluyendo a las inflorescencias.

Áfidos o pulgones (Hemiptera: Aphididae): *Aphis gossypii*; *Aphis fabae*; *Capitophorus elaeagni*; *Dysaphis cynarae*, *Myzus persicae*. Entre las especies de pulgones detectadas en la región, el pulgón verde de la alcachofa (*C. elaeagni*), el pulgón del haba (*A. fabae*) y el de la raíz de la alcachofa (*D. cynarae*) pueden constituir un problema cuando alcanzan altas poblaciones en ciertas épocas del año. Los áfidos en altas poblaciones afectan el crecimiento del cultivo, causando: enrollamiento y amarillez de las hojas, retardo del crecimiento de las plantas y contaminación de las inflorescencias. Además de este daño directo, los áfidos excretan mielecilla la cual contamina follaje e inflorescencias y luego ésta es colonizada por el complejo de hongos conocido como fumagina. Estos hongos tornan negro al follaje y cabezuelas interfiriendo con la fotosíntesis y provocando pérdidas de rendimiento y calidad del producto.

Moscas minadoras (Diptera: Agromyzidae): *Agromyza apfelbeckii*; *Liriomyza huidobrensis*. El daño de las larvas de la mosca se concentra en el follaje, alimentándose del tejido del parénquima de las hojas bajo la epidermis, considerado un daño cosmético.

Trips (Thysanoptera: Thripidae): *Frankliniella occidentalis*: El trips de California, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), es la especie que se ha presentado atacando a la alcachofa en la Región de Coquimbo. Éste, al igual que otras especies de trips, causa daño directo al alimentarse en los distintos órganos de su planta hospedera. También trips puede causar daño directo al depositar sus huevos, los cuales son insertados dentro del tejido vegetal.

Arañitas (Acari: Tetranychidae): *Tetranychus urticae*: se ha detectado la presencia de la arañita bimaculada en las hojas de alcachofa a partir del mes de julio hasta la fecha, sin embargo, ésta ha sido en bajas poblaciones. En el sector Pan de Azúcar, Región de Coquimbo, se tienen antecedentes de ataques considerables de este ácaro en cultivos de alcachofa los cuales han requerido de la aspersión de acaricidas vía

aérea. El daño de estos ácaros consiste en las picaduras de células exteriores de las hojas para extraer la savia. La población puede alcanzar los brotes y cabezuelas.

Caracoles y babosas (Stylommatophora: Helicidae; Limacidae): *Helix aspersa* **Müller**, *Deroceras agreste* (L.) y *Deroceras reticulatum* (Müller): Las babosas grandes de jardín, chica gris y el caracol de jardín, se alimentan de hojas y tallos de la alcachofa raspando la superficie de los lados externos de estos tejidos. Altas poblaciones de estos moluscos pueden causar daños considerables en el cultivo disminuyendo calidad y rendimiento. Se ha observado una mayor incidencia de estos moluscos en plantaciones más antiguas. En cultivos del año las poblaciones son bajas.

Principales enfermedades en el cultivo de alcachofa

Sepúlveda (2018), definió Las principales enfermedades de alcachofa, entre ellas destacó:

Moho gris o Manchado de brácteas: La enfermedad es causada por el hongo *Botrytis cinerea* Pers., que se caracteriza por ser muy polífago y en alcachofa el daño se puede producir como moho gris en inflorescencias, manchas pardas o café claro en el ápice de las brácteas, con necrosis café oscura y abundante micelio

Viruela: Esta enfermedad es causada por el hongo *Ramularia cynarae* que se caracteriza por presentar manchas necróticas, circulares e irregulares, con centro de color pardo o gris y borde violáceo que pueden afectar las hojas y los tallos.

Oidio: Dos agentes causales han sido asociados con esta enfermedad en alcachofa, estos son *Leveillula taurica* y *Golovinomyces cichoracearum* (previamente llamada *Erysiphe cichoracearum*). El oídio se caracteriza por la presencia de micelio blanquecino y pulverulento, sobre las brácteas y/o tallos.

Verticilosis: El hongo *Verticillium dahliae* es el agente causal de la enfermedad más frecuente e importante del cultivo de alcachofa en el país y el mundo, causa importantes pérdidas de plantas en el establecimiento del cultivo como también en rendimiento. El síntoma de la enfermedad se manifiesta por clorosis, marchitez foliar y muerte total o unilateral del follaje desde las hojas basales, necrosis vascular que avanza desde la base hacia la parte superior del tallo.

Por último, dos importantes virus afectan a la alcachofa de la Región de Coquimbo. El virus más abundante es ArLV, Virus latente de la alcachofa, que se trata de un virus no persistente y transmitido por áfidos, de sintomatología prácticamente indefinida, pero que causa reducción del vigor y baja en el rendimiento del cultivo. Otro virus de importancia relativa menor es el Virus del mosaico de la alfalfa (AMV), también del tipo no-persistente transmitido por áfidos, y posiblemente por semillas y polen.

Cosecha de alcachofa

Índice de cosecha

La época de cosecha de la alcachofa depende de la variedad. Entre las variedades de propagación vegetativa utilizadas en Chile, la variedad tipo Argentina se cosecha entre los meses de marzo y octubre, mientras que la variedad tipo francesa, desde junio a octubre. El índice de cosecha para consumo en estado fresco es cuando la inflorescencia ha alcanzado su máximo desarrollo, pero con las brácteas sin endurecer y cerradas (Figura 26).



Figura 26. Estado de cosecha de inflorescencias, variedad Madrigal.

La operación se realiza en forma manual, cortando la cabeza con unos 15 cm de tallo, lo que permite mantener el producto fresco por bastante tiempo.

La alcachofa destinada a proceso agroindustrial es cosechada de manera manual, dejando un tallo no superior a los 2 cm para utilizar maquinaria de corte y facilitar la cosecha. El índice de cosecha en este caso es el diámetro de la cabezuela, el que debe fluctuar entre 50 y 70 mm. Otra característica importante es la compacidad (Figura 27), cantidad de brácteas que tiene la cabezuela, que debe ser lo más pareja y ordenada posible y no presentar ningún tipo de daño.



Figura 27. Cabezuela de alcachofa con brácteas ordenadas.

Las principales causas de desecho de las diferentes variedades y tipos de alcachofa se observan en la Figura 28.



Figura 28. Centro acinturado, centro morado, centro acinturado.

VALOR NUTRICIONAL DE LA ALCACHOFA

La alcachofa es una especie de alto valor nutricional, con elevado contenido de compuestos fenólicos, tales como flavonoides, pero también por su elevado contenido de inulina, minerales y fibra. El valor nutricional de la alcachofa se observa en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Valor nutricional de alcachofa por cada 100 g de contenido comestible.

Composición	Valor por cada 100 g	Unidad
Agua	84	G
Proteínas	2,7	g
Lípidos	0,2	g
Glúcidos disponibles	2,5	g
Fibras	5,5	g
Energía	22	Kcal
Sodio	133	mg
Potasio	376	mg
Hierro	1	mg
Calcio	86	mg
Fósforo	67	mg
Niacina	0,5	mg
Vitamina C	12	mg

Fuente: Siicex, 2012.

En la práctica, todos los órganos de la alcachofa podrían ser utilizados, además de los capítulos florales y su base. Las raíces se utilizan para la extracción de inulina, la planta completa a modo ornamental, las hojas para la preparación de bebidas alcohólicas, productos farmacéuticos, cremas de belleza, coagulantes, endulzantes. De las semillas es posible extraer aceite.

Sin embargo, a nivel nacional los productos que se elaboran en la industria son: corazones, cuartos y fondos. Los corazones de alcachofa corresponden a la parte central de las cabezuelas de alcachofas, desprovistos de pedúnculos y brácteas exteriores coriáceas, quedando solamente el receptáculo (fondo) y los sépalos internos tiernos, cosechados en una etapa anterior cuando su diámetro no sobrepasa los 70 mm. Los cuartos son los corazones trozados. es decir, cortados longitudinalmente formando cuartos. Los fondos de alcachofa corresponden al receptáculo, de los que han sido eliminadas todas las hojas. Estos son procesados sin tallos, de un calibre uniforme (diámetros homogéneos de 5 a 7 cm (Jana y Razeto, 2011) (Figura 29).



Figura 29. Alternativas de proceso de alcachofa que se utilizan en Chile (A) Corazones, (B) Fondos (C) Cuartos.

En Italia, sin embargo, existe una gran cantidad de productos de alcachofas, productos marinados, elaboración de cosméticos en base a alcachofa, elaboración de alimentos funcionales y para regímenes especiales, extractos como ingredientes alimentarios, desarrollo de aditivos para nutrición mineral, entre muchos otros. Alguno de los formatos que es posible ver en mercado italiano, se observa en las Figuras 30 y 31. Estas son alternativas que podrían ser desarrolladas en Chile, favoreciendo el consumo de esta especie de alto valor nutricional.



Formato de producto fresco. Formato de producto IV Gamma. Formatos para veganos, flanes.

Figura 29. Alternativas de proceso de alcachofas



Formato en pastas
orgánicas para untar.



Formato en gotas.



Formatos congelados.

Figura 30. Nuevas alternativas de productos procesados de alcachofa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Calabrese, 2009. Impianto. In: Il Carciofo e il cardo. Coltura & Cultura. Rd Bayer Crop Science. 446 p

Calabrese, N., 2016. From Mediterranean basin to the Andean mountains, the long journey of the artichoke that unites different people and cultures. Acta Hort, 1147:23-34. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1147.4>.

Díaz, A. y Villegas, I. Trebejo. 2014. Protocolo de observación fenológica y biométrica para los cultivos de maíz, papa, quinoa y alcachofa. Ministerio de Agricultura y riego, Perú. 32 p.

Gatto, A., De Paola, F., Banoli, Vendramin, G. G. y Sonnante, G. 2013. Population structure of *Cynara cardunculus* complex and the origin of the conspecific crops artichoke and cardoon. Annals of botany, 112 (5): 855 – 865. <https://doi.org/10.1093/aob/mct150>.

Giacconi V. y Escaff, M. 2004. Cultivo de hortalizas. Editorial Universitaria, 337 p.

Jana, C. y Razeto, C. 2011. Alcachofa Procesada con valor agregado. Revista Tierra adentro (96): 21-25.

Jana, C., Gutiérrez, R. y Alfaro, V. 2011. Propagación de alcachofas. Un aspecto clave en la producción. 45 p. Boletín Nº 222. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Intihuasi. La Serena, Chile.

Lackington, V. J. 1990. Ritmo de crecimiento y absorción de nitrógeno, fósforo, potasio y sodio en alcachofa (*Cynara scolymus* L.) y efectos de la fertilización nitrogenada en la nutrición y en la deshidratación de post-cosecha. Tesis Ing. Agr. Pontificia Universidad Católica de Chile. 163 p.

Macua, J. 2007. New Horizons for Artichoke Cultivation. Acta Hort, 730: 39-48.

Márquez, R. y Balbontín, C. 2018. Riego en el cultivo de alcachofas. En: Jana, C. y Saavedra, G. (eds). 2018. Manual de producción de alcachofas. Boletín INIA Nº359. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile. 151p.

Mauro, R., Portis, E., Acquadro, A., Lombardo, S., Mauromicale G. y Lanteri, S. 2009. Genetic diversity of globe artichoke landraces from Sicilian small holdings: implications for evolution and domestication of the species. Conserv Genet, 10: 431-440.

Mauromicale, G. y Ierna, A. 1995. Effects of gibberellic acid and sowing dates on harvest time and yields of seed-grown globe artichoke (*Cynara scolymus* L.). Agronomie, 15: 527–538.

Mauromicale G. y Ierna, A. 2000. Characteristics of heads of seed-grown globe arti-

choke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori) as affected by harvest period, sowing date and gibberellic acid. *Agronomie*, 20: 197–204

ODEPA, 2018. <http://www.odepa.cl>

Oliaro, T. 1969. Lineamenti di una storia del carciofo. In: Atti del 1° Congresso Internazionale di Studi sul Carciofo. Università degli Studi di Bari. Edizioni Minerva Medica, Torino.

Pignone, D. y Sonnante, G. 2004. Wild artichokes of south Italy: did the story begin here? *Genet Resour Crop Ev*, 51: 577 – 580.

Salas, C. y Larraín, P. 2018. Plagas que atacan a la alcachofa en la región de Coquimbo. En: Jana, C. y Saavedra, G. (eds). 2018. Manual de producción de alcachofas. Boletín INIA N°359. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile. 151p.

Sepúlveda, P. 2018. Enfermedades que atacan a la alcachofa. En: Jana, C. y Saavedra, G. (eds). 2018. Manual de producción de alcachofas. Boletín INIA N°359. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile. 151p.

Sierra, C. 2013. Fertilización y Manejo del Suelo en Hortalizas: Alcachofa, Apio, Lechuga, Pepino Dulce, Pimiento, Tomate y Zanahoria. 112 p. Boletín INIA N°271. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena Chile.

Siicex. 2012. <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/Alcachofa1.pdf>.

Sonnante, G., Pignone, D. y Hammer, K. 2007. The domestication of artichoke and cardoon: from Roman times to genomic ages. *Ann Bot-London*, 100: 1095-1100.

Taiz, L. y Zeiger, E. 2002. *Plant Physiology*. Sinauer Assoc. Publ. (Third ed.). Sunderland, Massachussets.

Temperini, O., Calabrese, N., Temerini, A., Roupael, Y., Tesi, R., Lenzi, A., Carito, A. y Colla, G. 2013. Grafting artichoke onto cardoon rootstocks: Graft compatibility, yield and Verticillium wilt incidence. *Sci Hortic-Amsterdam*, 149:22–27.

Virdis, A. y Motzo, R. 2009. Key phenological events in globe artichoke (*Cynara cardunculus* var. *scolymus*) development. Dipartimento di Scienze agronomiche e Genetica vegetale agraria, Facoltà di Agraria, Università di Sassari, Via De Nicola, 07100 Sassari, Italy 153.