
LA PRODUCCIÓN DE PIÑONES DE PINO, UNA ALTERNATIVA ATRACTIVA Y FACTIBLE PARA LA PATAGONIA.

Loewe M. Verónica.
Instituto Forestal, Chile vloewe@infor.cl

RESUMEN

El rubro alimentario de los países desarrollados muestra una tendencia creciente de consumo de productos sanos, naturales y en lo posible de origen orgánico. Un fruto seco de gran interés y que cumple con estas características es el piñón del pino, que se ha cosechado desde tiempos antiguos, previos a la cultura romana y greca, y que ha constituido parte de la dieta básica de indígenas norteamericanos y europeos.

Existen alrededor de 30 especies de pinos que producen semillas comestibles, pero sólo algunas presentan relevancia a nivel comercial, siendo las más importantes *Pinus gerardiana*, que produce el llamado piñón pakistaní o indio; *Pinus koraiensis*, productor del piñón chino; *Pinus sibirica*, que produce el piñón ruso o siberiano; y *Pinus pinea*, que produce el piñón mediterráneo. El resto de los piñones de pino comestibles presenta relevancia principalmente a nivel local, donde constituyen un alimento tradicional.

En el marco del proyecto de I&D Innova Chile "El piñón comestible del pino (*Pinus pinea*), un negocio atractivo para Chile" en ejecución desde el 2008 y hasta el 2012, por parte del Instituto Forestal (INFOR) junto a varios asociados del sector privado, se está estudiado la distribución, desarrollo y productividad del *Pinus pinea* en Chile, así como el mercado nacional e internacional de su piñón, que es el fruto seco más caro del mercado internacional.

Esta especie, comúnmente conocida como pino piñonero o pino mediterráneo, y en inglés como *stone pine*, vive unos 200 años, alcanza 20 a 30 m de altura, y tiene una copa en forma de paraguas cuando adulto. En el interior de sus semillas está el piñón, un fruto comestible de sabor muy agradable, apreciado como alimento, tanto en forma directa como para elaborar preparaciones dulces y saladas. Los resultados obtenidos por el estudio a la fecha indican que el desarrollo y potencial de la especie en la zona centro y centro sur del país son promisorios, y que puede desarrollarse una industria especializada que genere un producto de alto valor, orientado a nichos de mercado consolidados y en expansión, elásticos en términos de cantidad, ya que pueden consumir tanto como se produzca, e inelásticos en términos de precios, ya que aún con aumentos significativos de la oferta la reducción del precio sería marginal.

Paralelamente a esta especie, el *Pinus sibirica* es una especie de porte majestuoso, que vive unos 800 años, que resulta interesante para ser evaluada en la zona sur del cono sur, donde pinos aptos a estas condiciones climáticas se dan bien, y donde además se requieren opciones productivas atractivas desde el punto de vista socioeconómico.

Aunque la investigación realizada sobre las propiedades medicinales de los piñones de pino no es abundante, numerosos autores consideran que los piñones del pino siberiano

producen un aceite de alto valor medicinal, usado para curar una serie de enfermedades, tanto en forma interna (reduce la presión sanguínea, incrementa la resistencia del sistema inmune, etc.) o externa, para una serie de desordenes dermatológicos. Estos piñones contienen los ácidos grasos poli insaturados pinoléico (Omega 6), linoleico (Omega 6) y linolenico (Omega 3), y se comercializan en EEUU para estimular la proliferación celular, prevenir la hipertensión, reducir el contenido de lípidos y azúcares de la sangre y para inhibir reacciones alérgicas. Adicionalmente a los usos que se les da en gastronomía y medicina, el aceite de piñón se usa en cosmética; su valor es de US\$ 70-140/L, aunque se han registrado precios de hasta US\$ 500/L.

Los piñones del pino siberiano son un producto forestal no maderero *gourmet* con un mercado de US\$ 100 millones en EEUU, donde se subestima su importancia comercial, por lo que los rodales no se manejan para la producción frutal. Paralelamente, sobre el 80% de los piñones de pino consumidos en dicho país son importados, principalmente de Rusia, país donde la demanda interna se ha elevado rápida y significativamente en los últimos años, por lo que no puede ser considerado como un proveedor estable para cubrir la demanda norteamericana.

La escasez mundial de piñones de pino hace recomendable reevaluar la importancia económica y ecológica de los bosques de pinos piñoneros, considerando la posibilidad de establecer huertos especializados en sistemas frutícolas (huertos con plantas injertadas que homogeneizan, incrementan y adelantan la producción, y facilitan su manejo y cosecha), agroforestales o forestales.

El trabajo presenta antecedentes sobre ambas especies, sus requerimientos ecológicos, su manejo e importancia económica, y sobre el mercado mundial de los piñones de pino, y los cambios que se han registrado principalmente relacionados con los piñones de *Pinus sibirica*. El trabajo concluye que es una especie potencialmente interesante y atractiva de ser evaluada como opción productiva para la Patagonia chilena.

Palabras Clave: Pino piñonero, *Pinus pinea*, *Pinus sibirica*, piñones de pino, Pine nuts, Stone Pine, Siberian Pine.

SUMMARY

Food trends on developed countries show an increasing consumption of healthy, natural and possibly organic products. A dried fruit of great interest and that complies with these characteristics is the pine nut, which has been harvested from ancient times, since before the Roman and Greek culture, and that have constituted part of the basic diet of North American and European aborigines.

There exist 30 species of pines that produce edible seeds, but only some of them are relevant commercially, being the most important *Pinus gerardiana*, which produces the so called Pakistani or Indian pine nut; *Pinus koraiensis*, producer of the Chinese pine nut; *Pinus sibirica*, which produces the Russian pine nut; and *Pinus pinea* or Stone Pine, which produces the Mediterranean pine nut. The rest of the edible pine nuts have some relevance principally at a local level, where constitute a traditional food.

In the frame of the R&D project "Edible pine nuts (*Pinus pinea*), an attractive business for Chile" running from 2008 until 2012 and executed by the Chilean Forest Institute (INFOR) with several partners of the private sector, it has been studied the distribution, development and productivity of *Pinus pinea* in Chile, as well as the domestic and international market of its pine nut, which is the most expensive dried fruit in the international market. This species, commonly known as stone pine, lives approximately 200 years, reaches 20 to 30 m of height, and has an umbrella shape when adult. Inside his seeds there is the pine nut, an edible and tasty fruit, highly valued as food, both for direct consumption or for the elaboration of sweet and salty preparations.

The results obtained by the study to date indicate that the development and potential of the species in the central southern area of the country are promissory, and that its cultivation can sustain the development of a specialized industry which could generate a high value product oriented to market niches consolidated and in expansion, elastics in terms of quantity, can consume any quantity produced, and inelastic in terms of prices, since still with significant increases of the production the reduction of the price would be marginal.

Parallel to this species, *Pinus sibirica*, a species of majestic dimension, which lives approximately 800 years, could be an interesting species to be evaluated in the southern area of the South America cone, where climatic conditions match and where there are requests for productive attractive socioeconomic options.

Even though investigations done on medicinal properties of pine nuts are not abundant, numerous authors consider that Siberian Pine nuts produce an oil of high medicinal value, used to treat a series of diseases, both through an internal use (it reduces blood pressure, it increases the resistance of the immune system, etc.) or externally, for a series of dermatological disorders. Its pine nuts contain poli unsaturated fatty acids such as pinolenic acid (Omega 6), linoleic (Omega 6) and linolenic (Omega 3), and are commercialized in the USA to stimulate the cellular proliferation, to prevent hypertension, to reduce the content of blood lipids and sugar and to inhibit allergic reactions. Additional to its uses in gastronomy and medicine, the pine nut oil is used in cosmetics; its price is of US\$ 70-140/L, though

prices have reached up to US\$ 500/L.

Pine nuts are a gourmet non timber forest product (NTFP) with a market of US\$ 100 million in the USA, where its commercial importance is underestimated and so stands are not managed for fruit production. Over 80% of pine nuts consumed in that country are imported, mainly from Russia, country where the domestic demand has risen rapidly and significantly over the last years; for this reason it shouldn't be considered a stable supplier to satisfy the North American demand.

The world shortage of pine nuts makes advisable to reassess the economic and ecological importance of the pine nut forests, considering the possibility of establishing specialized fruit orchards (orchards established with grafted plants for fruit homogenization, for higher productivity and easy of management and harvest, and for anticipating nut production), agro forestry and forest.

The work presents information on the world market of the pine nuts, changes that have been detected mainly related to pine nuts of *Pinus sibirica*, and describes the ecological requirements of *P. pinea* and *P. sibirica*, as well as its management and economic importance. The work concludes that *Pinus sibirica* is a potentially interesting and attractive species to be evaluated as a productive option for the Chilean Patagonia.

Key words: Nut pines, *Pinus pinea*, *Pinus sibirica*, Pine nuts, Stone Pine, Siberian Pine.

INTRODUCCIÓN

El rubro alimentario de los países desarrollados muestra una tendencia creciente de consumo de productos sanos, naturales y, en lo posible, de origen orgánico.

Uno de los objetivos estratégicos de Chile ha sido consolidarse como una “Potencia Alimentaria” para convertirse en uno de los 10 principales exportadores de alimentos en los próximos años y transformar al sector alimentario en el segundo en importancia económica. Actualmente se comercializan productos chilenos en más de 160 países y se pretende duplicar las exportaciones silvoagropecuarias al 2015. Este crecimiento se ha ido consolidando asociado a las tendencias mundiales del mercado de los alimentos, que considera los cambios en los hábitos de los consumidores y su creciente preocupación por su salud y bienestar, las consideraciones ético-ambientales de producción y comercialización de los alimentos, sumados al mayor pago por productos con garantía de calidad que además sean bioseguros (Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura y FUCOA, 2009). La tendencia refleja un notable incremento global del mercado de los alimentos funcionales, cuya composición incluye compuestos bioactivos que benefician la salud de los consumidores, y que constituyen una alternativa importante para reducir factores de riesgo de enfermedades prevalentes en la población.

Un fruto seco de gran interés y que cumple con estas características es el piñón del pino, que se ha cosechado desde tiempos antiguos, previos a las culturas romana y greca, y que han constituido parte importante de la dieta básica de indígenas tanto norteamericanos como europeos. Existen alrededor de 30 especies de pinos que producen semillas comestibles, denominadas comúnmente piñones de pino o *pine nut*, pero sólo algunas presentan relevancia a nivel comercial, siendo las más importantes *Pinus gerardiana*, que produce el llamado piñón pakistani o indio; *Pinus koraiensis*, productor del piñón chino; *Pinus sibirica*, que produce el piñón ruso; y *Pinus pinea*, que produce el piñón mediterráneo. El resto de los piñones de pino comestibles presenta relevancia principalmente a nivel local, donde constituyen en general un alimento tradicional.

Como oportunidades relevantes para el país, la demanda por piñones de pino a nivel mundial se considera insatisfecha, y por otra parte, en la actualidad los bosques naturales y plantaciones de la especie en Europa se han visto fuertemente afectados por varias plagas y enfermedades, una de las cuales (*Leptoglossus occidentalis*) ataca directamente a la piña en su periodo de formación inicial, la que se ha expandido inicialmente en Italia, reduciendo su producción en cerca de un 80%, y recientemente se ha encontrado en el norte de España, por lo que se prevé que la producción mundial de piñones se verá severamente afectada en los próximos años, lo que constituye una oportunidad para el cultivo de la especie en Chile, país en el que no se han detectado problemas sanitarios relevantes, y que posee barreras naturales y legislativas que pueden conservar la especie libre de plagas de importancia en las próximas décadas. Ello ha generado interés en Europa por identificar plantaciones y lugares estratégicos para su cultivo y abastecimiento, lo que se ha traducido en los últimos años en la visita de varios empresarios que buscan invertir en huertos, o en comprar la producción existente.

EL PINO PIÑONERO MEDITERRÁNEO (*Pinus pinea*)

En el marco del proyecto de I&D Innova Chile “El piñón comestible del pino (*Pinus pinea*), un negocio atractivo para Chile” en ejecución desde el 2008 y hasta el 2012, por parte del Instituto Forestal (INFOR) junto a varios asociados del sector privado, se está estudiado la distribución, desarrollo y productividad del *Pinus pinea* en Chile, así como el mercado nacional e internacional de su piñón, que es el fruto seco más valorado del mercado internacional.

Esta especie, comúnmente conocida como pino piñonero, vive unos 200 años, alcanza 20 a 30 m de altura, y tiene una copa en forma de paraguas cuando adulto, mientras que en los ejemplares más jóvenes se observa una copa más redondeada (Vergara, 1997). En el interior de sus semillas está el piñón, un fruto comestible de sabor muy agradable, apreciado como alimento, tanto en forma directa como para elaborar preparaciones dulces y saladas.

Se admite como su distribución natural a la Península Ibérica (España y Portugal), costa del Mediterráneo y noreste de Turquía (Loewe y Delard, 2003). La mayor superficie se encuentra en España, con casi 500.000 hectáreas, seguida de Portugal con 70.000 ha y Turquía e Italia con 40.000 ha cada uno (Borrero, 2004). España es el mayor productor de piñones, con cerca del 45% del total de la producción mundial. Italia, por su parte, es un importante consumidor, ya que el piñón es un ingrediente típico de su gastronomía. La producción de Portugal y Turquía se destina principalmente a la exportación.

La producción frutal de esta especie comienza en el hemisferio norte entre los 15 y 18 años; su fruto, conocido como piña, requiere de tres años para madurar. Los rendimientos son bastante bajos, siendo de piña a piñón con cáscara del 20%, y de piña a piñón pelado tan sólo de un 4%. En relación a la productividad, la entrega de datos exactos se dificulta por el carácter añero (cosechas variables cada año) de la especie. Sin embargo, se tiene como referencia que en España en años regulares se obtienen 400-600 kilos de piña por hectárea, en un año malo entre 200-400 y en uno bueno alrededor de 1.000 kilos de piña/ha. No obstante, en Portugal, donde el efecto del añerismo es menor y el clima es más apto a la especie, estas cifras se duplican, llegando a obtenerse más de 2 toneladas de piña/ha (Herrero, 2009). En Chile se han encontrado rendimientos considerablemente superiores en varias zonas, lo que amplía aún más sus posibilidades como productor.

A partir del proyecto en ejecución se ha detectado en forma preliminar una superficie de formaciones diferentes de *Pinus pinea* en Chile (plantaciones, grupos de árboles, árboles individuales y cortinas cortaviento) de más de 70 hectáreas, distribuidas entre las regiones de Coquimbo y La Araucanía. Cabe señalar que estudios anteriores realizados por INFOR (Loewe, 2003), considerando los requerimientos ecológicos de la especie (edáficos, climáticos y altitudinales), determinó una superficie potencial para establecer plantaciones de *Pinus pinea* en Chile de más de 1,3 millones de hectáreas, estudio que será actualizado por el proyecto mencionado próximamente.

En Chile se han observado crecimientos muy interesantes de la especie (Loewe

et al., 1998) y una adelantada producción frutal, que se inicia alrededor de los 8 años en comparación a los 15 años en su distribución natural, e incluso expertos en la especie (Herrero, 2009 y Mutke, 2009) consideran que el potencial de producción del piñón en Chile es elevado desde el punto de vista biológico-agronómico, y comparable con las mejores situaciones de Portugal.

Requerimientos Ecológicos

Esta especie crece en una amplia gama de suelos y climas, y es resistente al viento, por lo que se la usa en cortinas cortaviento.

En general tolera todos los tipos de suelo, excepto los muy húmedos y alcalinos (Crawford, 1995), siendo poco exigente en nutrientes (Montoya, 1990), aunque rehúye o tolera mal las arcillas pesadas, margas y yesos (Borrero, 2004).

Puede desarrollarse en climas templado-cálidos o templado fríos, secos o húmedos (Carnevale, 1955). Es una especie heliófila, xerófila, y relativamente termófila (Gutiérrez, 2007).

Borrero (2004) menciona que requiere una precipitación media anual superior a 250 mm, aunque en la mayor parte de su área de distribución en la Península Ibérica recibe entre 400 y 800 mm anuales, de los cuales 100-150 mm se producen en el período estival, aunque en el suroeste ibérico predominan zonas con 50-75 mm en verano.

Este mismo autor indica que las temperaturas máximas estivales superan los 40°C y que no soporta las heladas fuertes y continuadas, aunque en el sur de la península se han registrado esporádicamente mínimas de -2 o -3°C y en las mesetas de -12 o -13°C, en algunos casos de hasta -19°C.

Soporta largos períodos con humedad ambiente muy reducida y se utiliza para el control de erosión en terrenos costeros, ya que resiste los vientos salinos y condiciones adversas; de hecho fue una de las especies empleadas por Federico Albert para controlar las dunas de Llico y Chanco, con éxito, cuyos ejemplares establecidos hace un siglo siguen en pie a pesar de las condiciones extremas en que fueron establecidos. Además, forma buenos bosques para la producción de hongos.

Predomina en lugares de alta luminosidad, con un adecuado espaciamiento y sin competencia con su sistema radicular, lo que le permite lograr un desarrollo apropiado; bajo estas condiciones se pueden encontrar buenos ejemplares productores de piñas, con copa amplia (Sabillón, 2001).

Por su corteza gruesa y su copa alejada del suelo, es resistente a incendios forestales, ya que el fuego pasa por debajo, y se lo considera uno de los pinos más resistentes de las zonas mediterráneas (*Op cit.*, 2001).

Puede encontrarse en un amplio rango altitudinal; desde el nivel del mar hasta los

2.500 msnm, dependiendo del área geográfica.

Para la producción frutal se recomienda seleccionar sitios que tengan al menos 400 mm de precipitación anual, a pesar que la especie vive con un aporte hídrico menor.

Manejo

El pino piñonero es una especie de crecimiento lento en la zona mediterránea, sobretodo en su fase inicial (Crawford, 1995). Los incrementos máximos en altura se alcanzan entre los 11 y 23 años, para posteriormente decrecer en forma progresiva (Montoya, 1990), aunque continúa incluso a los 75 años.

Un esquema de manejo para la especie con objetivo de producción frutal entregado por Yagüe (1993) propone entre los 0-20 años consolidar la población, protegiéndola del ganado; a los 20 años ralea si es necesario, dejando 250-275 árboles por hectárea; entre los 20 y 40 años realizar podas que favorezcan las ramas periféricas fructíferas; ralea a los 40 años dejando 125-140 árboles por hectárea, y entre los 40 y 60 años realizar poda de copas cada 10 años para facilitar la producción y posterior cosecha de los frutos.

La densidad final de los huertos debe ser de 100 árboles por hectárea para obtener buenas producciones de piñones; por ello después del último raleo se deben dejar más de 100 árboles por hectárea, para reemplazar la mortalidad natural que habrá de producirse en forma posterior, ya que la especie se mantiene productiva por más de 100 años (Montero y Candela, 1997).

Cuanta mayor importancia se dé a la producción de piñas, más precoces deberían ser los raleos (Borrero, 2004).

Mutke *et al.* (2003) concluyen que la situación (competencia con otros árboles) y el tamaño del árbol son factores relevantes que influyen en la producción individual de piña.

Raleos realizados en la zona central de Chile en plantaciones de 15 y 16 años, reduciendo la densidad entre un 50 y 60% han mostrado efectos positivos en el crecimiento y vigor de los individuos, facilitando la formación de una copa globosa orientada a la producción de piñones; los incrementos en la superficie de copa al año de la intervención han fluctuado entre 30 y 63%.

La experiencia adquirida con la especie en Chile indica que la densidad inicial de plantación debe ser de entre 400 y 1.100 plantas/hectárea si el objetivo es producción frutal. Si se emplean plantas injertadas, la densidad inicial puede ser inferior, entre 120 y 400 plantas por hectárea.

Las podas que se requieren en general son escasas, dado que la producción se ubica en la periferia de la copa y el carácter simpódico de la especie. No obstante lo anterior, se ha observado que podas de las ramas bajas durante los primeros 5-8 años favorecen el crecimiento en altura de la especie y un mejor desarrollo, permitiendo acortar la fase juvenil

de su desarrollo.

Por ello se requieren podas de formación en las primeras etapas de desarrollo del pinar, y podas de fructificación en las etapas posteriores, podando los verticilos inferiores y aclarando la zona intermedia mediante la eliminación de ramas que no alcanzan el perímetro de la copa, de esta forma se reduce la superficie foliar en beneficio de ramas mejor iluminadas y de las ramas de la parte superior de la copa que son las que concentran las flores femeninas, aumentando la producción de piñas (Castaño y Oliet, 2004).

También es recomendable que las copas queden a la menor altura posible para facilitar la cosecha de las piñas, por lo que no se deberían realizar podas de levante más allá de 5-6 m de altura del fuste. Se ha demostrado que por efecto de las podas los aumentos de producción son del orden del 33% (Montoya, 1990).

En síntesis deben considerarse esquemas de manejo con podas y raleos que permitan que los individuos desarrollen copas amplias e iluminadas para favorecer la producción de piñones.

El Piñón Mediterráneo

En el interior de los frutos de *Pinus pinea* L. (conos o piñas) está el piñón (semilla); los piñones son gruesos, en general no suelen alcanzar 1 gr de peso y miden aproximadamente 15-20 mm por 7-9 mm. Son aovados, aplanados en su cara inferior, con cubierta o testa leñosa, muy dura, recubierta en la madurez de un polvillo de color pardo oscuro o negruzco-morado; cuando el polvillo se encuentra de color canela es porque el piñón está inmaduro (Mutke, 2009). Su piñón sin cascara está envuelto en un tegumento muy fino, es comestible, de textura harinosa y resinosa (Montoya 1990 y Borrero, 2004). El color del piñón sin cascara es siempre blanco, y en caso de no serlo se debe a la inmadurez del piñón o a deterioro del mismo (Mutke, 2009).

Los piñones mediterráneos presentan importantes propiedades nutricionales, entre las que se destaca su alto contenido de proteínas (34%), superando ampliamente los valores de la almendra y el pistacho, y duplicando el de la avellana, nuez y piñón asiático; incluso superan el contenido proteico de la leche. Poseen reducidos carbohidratos (7%) y grasas (48%), que en su mayoría son insaturadas. También son ricos en calcio, potasio y magnesio, y en vitamina A, C y D, y poseen un alto contenido energético, aportando más de 500 Kcal por cada 100 g.

Junto al elevado valor nutricional contienen diversos compuestos bioactivos que, al ser consumidos en la dieta, ejercen efectos beneficiosos saludables, por lo que tienen un importante potencial como alimento saludable *per se* y como fuente para la obtención de compuestos bioactivos (fitoesteroles, ácidos grasos, fibra dietética, polifenoles, otros) que pueden ser incorporados en la formulación de alimentos funcionales procesados (Escalona, 2005).

Por ello estos piñones poseen un alto valor comercial, con un mercado caracterizado

por una demanda insatisfecha y creciente, sobre todo en algunos países como EEUU, donde el consumo de este fruto se ha incrementado considerablemente.

Entre las interesantes propiedades medicinales, los piñones combaten el colesterol y las enfermedades cardiovasculares, dado que poseen un alto contenido en ácidos grasos mono y poli insaturados, destacándose el contenido en ácidos esenciales (linoleico y linolénico), entre otras.

-Proceso Productivo para Obtener los Piñones

El proceso productivo del piñón comienza con la recolección en invierno de los conos, denominados piñas, de forma manual o mecanizada. La primera forma consiste en subir al árbol y desprender las piñas utilizando un gancho llamado en España “gorguz”; debido a la dificultad y riesgos que conlleva esta actividad, en la actualidad se usa en forma creciente la técnica mecanizada, con máquinas vibradoras que mediante una pinza se ajustan al tronco y ejercen una vibración de 2-3 segundos, la que desprende las piñas maduras, de 3 años (Loewe *et al.*, 2010).

El procesamiento tradicional considera el almacenamiento de las piñas hasta el verano, época en que se extienden para ser secadas por el sol, con el cual se abren y desprenden cerca del 80% del piñón con cáscara que contienen; artificialmente esto se realiza remojando las piñas en agua caliente y rompiéndolas en molinos desgranadores. Luego se procede a la separación de los piñones de los restos de las piñas, y se limpian y seleccionan por medio de cribas y máquinas de aire a presión. Para obtener el piñón pelado (piñón blanco), los piñones con cáscara se parten, proceso que en España se hace con humedad para ablandar la cáscara; para ello los piñones con cáscara pasan por un calibrador y posteriormente por cilindros que los presionan levemente para no romper el piñón, proceso conocido como cascado o descascarillado. A continuación se procede al mondado del piñón, consistente en la selección, separando los piñones defectuosos o partidos, con máquinas clasificadoras con células fotoeléctricas y colorimétricas, que diferencian los piñones por color, o se realiza manualmente, tradicionalmente con mujeres denominadas “mondadoras”. Por último, los piñones son cepillados para quitarles la cutícula y el exceso de grasa (Loewe *et al.*, 2010). En forma previa al envasado los piñones se deben secar, llegando hasta un contenido de humedad inferior al 4% para evitar su deterioro.

También existe un procesamiento industrial que es más corto y eficiente, pero que produce un piñón menos sabroso.

-Mercado de los Piñones

La producción de piñones es el principal aprovechamiento del *Pinus pinea*, siendo una actividad de gran interés económico, que reporta beneficios significativos a habitantes rurales; incluso algunas familias dependen exclusivamente de esta explotación (Barranco y Ortuño, 2004).

El interés económico del pino piñonero ha tenido repercusiones en el ámbito social,

proporcionando rentabilidad a tierras de secano en los países mediterráneos, actualmente excedentarias en el marco de la política agraria comunitaria (Mutke *et al.*, 2000). Además, el piñón mediterráneo tiene una importancia económica significativa, siendo el fruto seco más caro a nivel mundial.

La producción mundial de piñones con cáscara se estima en 30.000 toneladas anuales (ASFOVA, 2004). España alcanza entre un 40-50%, seguido de Turquía (18-22%). De los países productores, Italia es el que presenta el mayor consumo interno, tanto así que su producción no alcanza a cubrir la demanda nacional, por lo que importa desde otros países. Le sigue España, que consume un 60% de su producción, y bastante más abajo se encuentran Portugal y Turquía, cuyas producciones son esencialmente para exportación (Eurocompany, 2008). La industria líder en el sector del piñón a nivel mundial corresponde a la empresa italiana Ciavolino Daniele e Figli (localizada en Roma), con un volumen de producción de más de 30.000 toneladas de piñas y más de 40 años en el mercado, cuya actividad principal es la producción de piñón blanco (sin cáscara). La empresa más importante de España es Frutos Secos Puig S.A., la segunda más relevante a nivel mundial; procesa 20.000 toneladas de piñas anualmente, de las cuales al menos 15.000 toneladas proceden de Portugal, produciendo cerca de 800 toneladas de piñón blanco (Fuentes, 2009).

Por tradición y tamaño, España es el principal exponente del mercado de piñones de *Pinus pinea* (Soto *et al.*, 2008). Un caso similar se da en Italia, país que posee una importante tradición de consumo de este fruto, debido al uso popular de éste en su gastronomía. Respecto al mercado portugués, éste no absorbe toda la producción local, registrándose mayores ventas sólo en la época de Navidad, por lo que la mayoría de la producción de este país se exporta. El volumen de mercado anual de piñones en blanco, únicamente para Italia, Francia y Alemania, es de unos € 27 millones, de los cuales España participa con 7 millones, con un mercado potencial de aproximadamente € 20 millones. Fuera de la Unión Europea, EEUU es reconocido como un gran consumidor e importador de piñones, para el cual se estima un mercado con un valor de 100 millones de USD, con más del 80% de importaciones, principalmente desde China (ASFOVA, 2004; Geisler, 2008). Este antecedente es especialmente relevante porque pone de manifiesto el gran potencial que el mercado norteamericano representa para el piñón mediterráneo.

Los piñones se comercializan en distintos formatos: pelados, en salsas, en repostería, como fruto seco, como condimento y otros. Los precios que muestran los piñones de pino de las diferentes especies comercializadas en sistemas de e-marketing no presentan diferencias entre sí, salvo para el caso de los piñones de *Pinus pinea*, cuyo precio presenta una clara supremacía, con un promedio que casi duplica el del resto. Cabe destacar que el precio de este piñón es variable, dependiendo fundamentalmente de la oferta y disponibilidad, la que es fluctuante debido al añerismo de la especie. Como referencia, el precio de venta del productor fluctúa entre 15 y 30 €/kg; a modo de ejemplo, en el año 2008 fue de 27 €/kg (39,69 US\$) de piñón blanco y el año 2009 descendió a 15 €/kg (21 US\$). Los piñones blancos partidos se venden en general a mitad de precio. El precio de venta al consumidor final se sitúa entre 80 €/kg (117,6 US\$) y 100 €/kg (147 US\$) de piñón blanco (Herrero, 2009), en función al tipo de envase y presentación.

Uno de los factores característicos de la producción de piñones de *Pinus pinea* es el carácter añero de la especie, lo que origina producciones mundiales oscilantes; en todo caso, la producción mundial se sitúa por debajo de la demanda, incluso en años de buena cosecha, lo que significa que el tamaño del mercado podría crecer rápidamente si la disponibilidad del producto aumentara. Otro punto relevante es la entrada al mercado de nuevos competidores, principalmente el piñón chino, el cual ha entrado con fuerza en los mercados debido a su menor precio, producto de los menores costo de cosecha. No obstante, este piñón posee propiedades organolépticas inferiores a las del mediterráneo y compuestos bioactivos distintos, y genera respuestas alérgicas en algunos consumidores.

En los últimos años se ha reconocido el valor saludable del piñón de pino, más allá de sus propiedades nutritivas, y ha aumentado significativamente su demanda desde diversos países, lo que ha hecho que sea considerado como una prometedora alternativa de desarrollo para el sector agroalimentario nacional. La incipiente expansión del cultivo de este piñón deriva de su interés comercial, el que está ligado no sólo a su valor nutricional, sino también a la presencia de compuestos de interés en otras fracciones del árbol, tales como la resina, la piña, la corteza y la madera.

En conclusión, los resultados obtenidos por el estudio a la fecha indican que el desarrollo y potencial de la especie en la zona centro y centro sur del país son promisorias, y que puede desarrollarse una industria especializada que genere un producto de alto valor orientado a nichos de mercado consolidados y en expansión, elásticos en términos de cantidad, pueden consumir tanto como se produzca, e inelásticos en términos de precios, ya que aún con aumentos significativos de la oferta la reducción del precio es marginal.

EL PINO PIÑONERO DE SIBERIA (*Pinus sibirica*)

Pinus sibirica, conocido comúnmente como pino o cedro siberiano, posee una corteza gris-marrón, 5 acículas por fascículo¹, y un porte majestuoso, pudiendo alcanzar 40 metros de altura y 1,5 - 2,0 metros de diámetro². Vive 800-850 años.

Los conos son erectos, indehiscentes, de color café claro; miden 6-13 cm de longitud y 5-8 cm de ancho. Las semillas son café oscuro, de 10 mm de largo y 6 mm de ancho³.

Florece en el hemisferio norte entre noviembre y diciembre, y las semillas maduran en marzo. Las flores son monoicas y se polinizan por viento⁴.

La distribución de esta especie comprende el oeste de Siberia, con excepción del suroeste, los Urales (central, norte y polar), y el área noreste de la cuenca del Río Dvina. La frontera oriental se extiende a través de la Meseta Central Siberiana y el área Yablonovyi. El límite sur de distribución son las montañas de Siberia en la zona Tannu Ola.

1 <http://www.iscanmyfood.com/hd/index.php?t=Pinus+sibirica>

2 <http://www.goldenoils.co.uk/pinetree.htm>

3 http://www.agroatlas.ru/en/content/related/Pinus_sibirica

4 http://www.aussiegardening.com.au/findplants/plant/Pinus_cembra_sibirica

Desde hace muchos siglos los habitantes de Siberia aprecian el *Pinus sibirica* por su valorada madera, así como fuente de remedios naturales, y por sus apetecidos piñones⁵. En Rusia, se utilizan todas las partes de este árbol; las acículas, la corteza, la madera y el fruto. A partir de la cáscara triturada del piñón se elabora tintura alcohólica, usada para el tratamiento del reumatismo articular en la medicina tradicional rusa, mientras que los piñones son utilizados como materia prima en la preparación de algunos medicamentos (Shikov *et al.*, 2008). También es popular como árbol ornamental en parques y grandes jardines de zonas frías.

La madera de este pino es muy valorada por su fragancia, durabilidad y resistencia a la pudrición, siendo muy utilizada en tallados, pisos y muebles finos (Sharashkin y Gold, 2004).

La variación geográfica de la estructura genotípica de poblaciones naturales del pino siberiano no ha sido suficientemente estudiada. Dado que este pino se desarrolla en una vasta área, presenta ecotipos diferentes; algunos de los ecotipos descritos corresponden a: coronans Litw., turfosa Gorodk, depressa Kom., var. humistrata (Middend.) (Kuznetsova, 2008). También se ha descrito que los ecotipos pueden producir híbridos de primera generación que expresan el efecto somático de la heterosis en los primeros años de desarrollo.

Requerimientos Ecológicos

En la parte norte de su zona de distribución crece a altitudes bajas, típicamente 100-200 msnm, mientras que más al sur es un árbol de montaña que crece entre los 1.000 y 2.400 msnm, alcanzando a menudo el límite superior altitudinal vegetal en esa zona.

Es una especie muy tolerante a los intensos fríos invernales, soportando hasta casi - 60°C, y también a la exposición al viento.

Crece en suelos arenosos y limosos, con buen drenaje. Prefiere suelos ácidos (pH inferior a 6) y neutros (entre 6 y 8)⁶.

Manejo

Es una especie de crecimiento lento, y la producción de piñones en su área de distribución natural empieza alrededor de los 30 años⁷.

En Siberia los pinos piñoneros siempre se encuentran rodeados por otros pinos, ya que un pino piñonero por sí solo no podría soportar los fuertes vientos debido a que su sistema radicular no es muy extenso (Megré, 2001), por ello la especie se vería favorecida en plantaciones mixtas, produciéndose una interacción positiva tanto a nivel radicular como aéreo.

5 <http://www.goldenoils.co.uk/pinetree.htm>

6 http://www.aussiegardening.com.au/findplants/plant/Pinus_cembra_sibirica

7 http://www.delfa-siberia.ru/en/siberian_pine_tree

El Piñón de Siberia

Las semillas de *P. sibirica* normalmente se conocen como *cedar nuts*; contienen cerca de un 72% de ácidos grasos poli insaturados, un 1,3% de fosfolípidos, 478–682 ppm de tocoferoles, ácidos aromáticos, fenoles, mono y di terpenos, esteroides, micro elementos y vitaminas.

A pesar de los múltiples usos de esta especie, su mayor atractivo son los piñones, frutos con diversas propiedades saludables, lo cual ha provocado que muchos científicos de Rusia y del mundo realicen investigaciones. Entre los resultados obtenidos de estas investigaciones sobre el piñón del pino siberiano se tiene que su composición es extraordinariamente equilibrada, otorga un excelente aporte nutritivo y muchas propiedades para la salud.

Estos piñones contienen los ácidos grasos poli insaturados pinolénico (Omega 6), linoleico (Omega 6) y linolenico (Omega 3), por lo que su aceite es un concentrado de ácidos mono y poli insaturados, y posee efectos anti bacterianos y cicatrizantes (Shikov *et al.*, 2008) y se ha usado ampliamente como medicina para tratar quemaduras, eccemas, psoriasis, úlceras estomacales, gastritis, para normalizar los lípidos de la sangre, reducir la presión y el colesterol, eliminar el sobrepeso y como consecuencia corregir los factores de riesgo (Skakovskii *et al.*, 2007); asimismo, para curar enfermedades respiratorias.

El uso regular de aceite de piñones siberianos previene la arteriosclerosis, normaliza la digestión y la sangre, estimula el metabolismo y el sistema inmunológico, y es un remedio natural para mantener la vitalidad y una buena salud.

Este aceite es la fuente conocida más rica en ácido pinolénico, que no está presente en todos los vegetales y que se comercializa como supresor del apetito. De acuerdo a estudios realizados por la reconocida empresa Lipid Nutrition, el ácido pinolénico presente en el aceite de piñón de *Pinus sibirica* activa la liberación de la hormona supresora del hambre, la colecistoquinina, produciendo una sensación de saciedad al organismo, disminuyendo el deseo de comer⁸. En este estudio, realizado en mujeres con sobrepeso, se obtuvo que 4 horas después de ingerir cápsulas de aceite de piñón las participantes sintieran significativamente menos hambre en comparación con las que ingirieron cápsulas de aceite de oliva⁹.

Aunque la investigación realizada sobre las propiedades medicinales de los piñones de pino no es abundante, numerosos autores consideran que los piñones del pino siberiano producen un aceite de alto valor medicinal, usado para curar una serie de enfermedades, tanto en forma interna (reduce la presión sanguínea, incrementa la resistencia del sistema inmune, etc.) como externa, para una serie de desordenes dermatológicos. En EEUU se comercializan para estimular la proliferación celular, prevenir la hipertensión, reducir el contenido de lípidos y azúcares de la sangre y para inhibir reacciones alérgicas.

8 <http://www.goldenoils.co.uk/pinetree.htm>

9 http://www.infobarrel.com/Siberian_Pine_Nut_Oil

Adicionalmente a los importantes usos gastronómicos y medicinales, el aceite de piñón también se usa en cosmética.

-Proceso Productivo

En forma tradicional la cosecha de las piñas involucraba 5 a 10 hombres vigorosos que cargaban una troza en los hombros, los que corriendo hacia el tronco de un pino adulto lo golpeaban con un extremo de la troza (Megré, 2001); este a pesar de ser un método eficiente para botar las piñas, es altamente dañino para el árbol.

Pueden emplearse otros sistemas, como vibradores, o escalar los árboles, pero la mejor forma y más simple es recoger desde el suelo las piñas que caen en forma natural al madurar.

Una vez que se han obtenido las piñas, el procesamiento para obtener los piñones blancos es similar a la descrita para el piñón mediterráneo anteriormente.

-Mercado de los Piñones Siberianos

Los piñones de pino son un producto forestal no maderero gourmet con un mercado de US\$ 100 millones en EEUU, donde se subestima su importancia comercial, por lo que los rodales no se manejan para la producción frutal. Paralelamente, sobre el 80% de los piñones de pino consumidos en dicho país son importados, principalmente de Rusia, país donde la demanda interna se ha elevado rápida y significativamente, por lo que no puede ser considerado como un proveedor estable para cubrir la demanda norteamericana. Al respecto, y producto de una serie de libros de gran éxito primero en Rusia y luego a nivel mundial (Megré, 1996 a 2006), el consumo interno y las exportaciones de piñones de pino siberiano se incrementó en forma significativa en las regiones de Irkutsk, Tomsk y Novosibirsk, operaciones en que compradores chinos han estado involucrados (Megré, 2000).

El año 1999 marcó un punto de quiebre para el comercio de estos piñones en muchas partes de Siberia, no obstante la industria médica de Novosibirsk no aumentó la producción de aceite de este piñón (*Op cit.*). Este autor indica que en esta ciudad en el año 2000 existía una industria médica que empezó a producir aceite de piñón siberiano siguiendo las recomendaciones de proceso recomendadas por él con anterioridad, el que tendría por ello mayores propiedades curativas.

Desde esa fecha se ha producido una escasez de piñones siberianos, los que también se están empleando para la elaboración de costosas medicinas en occidente, a pesar de que los productores se enfrentan a grandes dificultades para certificar el origen de los piñones, su ingrediente principal.

El aceite de piñón tiene un valor de US\$ 70-140/L, aunque se han registrado precios de hasta US\$ 500/L.

Los precios de estos piñones, que se venden en general en forma indiferenciada como “piñón chino”, y que pueden corresponder tanto a piñones de *Pinus koraiensis* como a piñones de *Pinus sibirica*, corresponden a piñón pelado, entre US\$ 18 y 54/kg; piñón ecológico, con un precio medio de US\$ 53/kg; y piñón orgánico, con un precio medio de US\$ 40,5/kg.

CONCLUSIONES

La escasez mundial de piñones de pino hace recomendable reevaluar la importancia económica y ecológica de los bosques de pinos piñoneros, considerando la posibilidad de establecer huertos especializados en sistemas frutícolas (huertos con plantas injertadas que aumentan, homogeneizan y adelantan la producción, además de facilitar el manejo y la cosecha), agroforestales y forestales.

El piñón es un fruto comestible muy apreciado como alimento, tanto en forma directa como para confitería y gastronomía, que posee, tanto en Chile como en varios países de Europa, un alto valor comercial. Es un fruto importante como fuente alimenticia, y posee propiedades que permiten catalogarlo como alimento funcional.

En este contexto la utilización de pinos piñoneros para producir piñones comestibles, se constituye en una alternativa factible de ser incorporada a los sistemas productivos tradicionales, con la ventaja que son especies que prosperan en terrenos marginales a las especies tradicionales productoras de frutos secos, como la nuez.

El mercado internacional del piñón es variable, presentando oscilaciones de la oferta y de los precios. Es un mercado caracterizado por una demanda insatisfecha, por lo que presenta interesantes posibilidades de expansión.

Las estadísticas de comercio internacional no diferencian entre los piñones de distintas especies y, en algunos casos, tampoco lo hacen entre piñas y piñones con o sin cáscara, lo que limita su análisis e interpretación. Dentro del mercado europeo, los principales exportadores son España y Portugal, y los principales importadores son Italia y España. Las principales motivaciones de consumo son el uso doméstico tradicional y sus propiedades saludables, siendo los factores condicionantes la tradición de uso y el poder adquisitivo, debido a su elevado precio.

España e Italia consumen parte importante de los piñones de *Pinus pinea*. EEUU es también un gran comprador, pero de piñones de otras especies, entre ellas del pino siberiano.

En los últimos años se ha verificado un aumento del comercio de piñones de otros pinos, principalmente del piñón chino (*P. koraiensis*). No obstante lo anterior, este piñón posee propiedades organolépticas inferiores a las del mediterráneo, lo que se refleja en su precio.

En Chile, el mercado de piñones no se encuentra desarrollado, existiendo escasos

locales que los comercializan. Además, los comercializadores destacan las dificultades para importar este fruto, debido a su alto costo, lo cual refleja la ventaja que significaría la producción de piñones en Chile.

Por una parte, el pino piñonero mediterráneo (*Pinus pinea*), por tener bajos requerimientos hídricos (aunque superiores a 400 mm/año), resulta apto para la zona centro y centro sur del país, donde existen ejemplares en diferentes formaciones que han permitido su estudio, confirmándose su adaptación, buenos crecimientos y productividad, así como una excelente calidad del piñón, con un gran potencial en algunas zonas de Chile.

Esta es una especie conocida, de interés tanto agrícola como forestal, que produce fruta apreciada y una madera de calidad media, por lo que su cultivo se presentaría como un complemento interesante a la actividad económica predial, especialmente para campesinos y pequeños y medianos propietarios y empresas, y que puede emplearse en sistemas agroforestales.

Tanto la demanda mundial insatisfecha como la creciente demanda por productos que proporcionan beneficios para la salud y el buen desarrollo que presenta el *Pinus pinea* en el país, sugieren la posibilidad de exportar piñones desde Chile.

El pino piñonero de Siberia (*Pinus sibirica*) es una especie interesante para ser evaluada en la Patagonia chilena, donde otras especies de pinos aptos a estas condiciones climáticas se dan bien, y donde además se requieren opciones productivas atractivas desde el punto de vista socioeconómico.

Las potencialidades de esta especie pueden ser relevantes para un desarrollo frutícola y forestal de la zona, dadas las características y precios de sus piñones. El ingreso anual generado por la venta de piñones una vez que inicia la producción frutal resulta relevante no solo en términos económicos puros, sino que dada su continuidad en el tiempo permite la subsistencia de pequeños y medianos propietarios y empresas.

En caso de efectuarse ensayos experimentales con la especie en el extremo sur de Chile, dada la vasta distribución geográfica del pino siberiano y sus características genéticas, se recomienda hacer un análisis detallado para planificar la introducción de la especie, considerando los principales ecotipos y procedencias.

REFERENCIAS

- ASFOVA, 2004.** El Pino Piñonero en España: Importancia, Necesidades y Potencialidad. Asociación Forestal de Valladolid
[En línea]. <http://www.agrodigital.com/PIArtStd.asp?CodArt=33748>.
- Barranco, J. y Ortuño, S., 2004.** Aproximación del sector del piñón en España. Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros. (201): pp.165-189.
- Borrero, G., 2004.** El pino piñonero en Andalucía: Ecología, distribución y selvicultura. Consejería Medio Ambiente. 261 p.
- Carnevale, J. A., 1955.** Árboles forestales, descripción, cultivo y utilización. Buenos Aire, Argentina. 689 p.
- Castaño, J. y Oliet, J., 2004.** Puesta en valor de los recursos forestales mediterráneos. El injerto de pino piñonero (*Pinus pinea* L.). Manuales de restauración forestal N° 9. 248 p.
- Crawford, M., 1995.** Nut pines. Yearbook. West Australian Nut and Tree Crops Association. Vol. 19. Pp.: 56-66.
- Escalona, A., 2005.** Estudio de componentes en semillas de piñón (*Pinus pinea*) y michay (*Berberis darwin* Hook), factibles de utilizar en el desarrollo de alimentos funcionales. Memoria para optar al título profesional de ingeniero en alimentos. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Departamento de ciencia de los alimentos y tecnología. 52 p.
- EUROCOMPANY, 2008.** Pinolo. [En línea]. <http://www.eurocompanysrl.com/curiosita3.html>.
- Fuentes, V., 2009.** Análisis del mercado internacional de piñones de *Pinus pinea* L. Memoria para optar al título profesional de Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza, U. de Chile. 71 p.
- Geisler, M., 2008.** Pine nuts profile. Agricultural Marketing Resource Center.
[En línea]. http://www.agmrc.org/commodities__products/nuts/pine_nuts_profile.cfm.
[Consulta: 18 de abril 2009].
- Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura y FUCOA, 2009.** Alimentos de Chile para el Mundo, Chile Potencia Alimentaria y Forestal.
- Gutiérrez, P., 2007.** Análisis del sector de la piña y el piñón y sus aprovechamientos en Andalucía. 355 p.
- Herrero, J., 2009.** Métodos, rendimientos y costes del aprovechamiento de la piña. Seminario “Estado del Arte del Pino Piñonero en España y Chile”. Pichilemu, 8 de julio 2009.

Kuznetsova, G. V., 2008. Experiment of Intraspecific Hybridization of Siberian Stone Pine (*Pinus sibirica* Du Tour) Clones in Middle Siberia. Eurasian J. For. Res. 11-2: 81-87.

Loewe, M. V.; Fuentes, D. V.; Gysling, C. J.; Toral, I. M., 2010. El pino mediterráneo (*Pinus pinea*), una opción fruto forestal atractiva para Chile. Revista Chile Forestal. En prensa.

Loewe, V. y Delard, C., 2003. El pino piñonero (*Pinus pinea*). Una alternativa para producir fruta y madera. En: Sicomoro, grevillea, roble rojo americano, pino piñonero, castaño, ruil y cerezo americano, nuevas alternativas para producir madera de alto valor. Santiago. Instituto Forestal. Pp. 150-186.

Loewe, M. V., 2003. Silvicultura de Especies No Tradicionales: Una mayor diversidad productiva. Resultados Finales del Proyecto 1998-2003. INFOR-FIA. CD.

Loewe, M. V.; Toral, I. M.; Delard, R. C.; López, L. C. y Urquieta, N. E., 1998. Monografía de pino piñonero (*Pinus pinea*). Santiago, Chile, CONAF; INFOR; FIA. 81 p. CONAF-INFOR- FIA.

Megré, W., 1996. Anastasia. Ringing Cedar Press, 236 p.

Megré, W., 1997. The ringing cedars of Russia. Ringing Cedar Press, 252 p.

Megré, W., 1998. The space of love. Ringing Cedar Press, 245 p.

Megré, W., 2000. Co-creation. Ringing Cedar Press, 253 p.

Megré, W., 2001. Who are we? Ringing Cedar Press, 264 p.

Megré, W., 2002. The book of kin. Ringing Cedar Press, 273 p.

Megré, W., 2003. The energy of life. Ringing Cedar Press, 276 p.

Megré, W., 2005. The new civilization. Ringing Cedar Press, 238 p.

Megré, W., 2006. Rites of love. Ringing Cedar Press, 285 p.

Montero, G. y Candela, J. A., 1997. Manual de claras para repoblaciones de *Pinus pinea* L. Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente. EGMASA. 47 p.

Montoya, J. M., 1990. El pino piñonero. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 98 p.

Mutke, S.; Sada, B.; Iglesias, S. y Gil L., 2003. Evaluación de la producción individual de piña en un banco clonal de pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en Madrid. Investigación agraria: sistemas y recursos forestales. 12(1):149-157.

Mutke, S., 2009. Informe Estadía en Chile, 4-17 octubre 2009. Proyecto "El piñón

comestible del pino piñonero (*P. pinea*): Un negocio atractivo para Chile”.

Mutke, S.; Díaz-Balteiro, L. y Gordo, J., 2000. Análisis comparativo de la rentabilidad comercial privada de plantaciones de *Pinus pinea* L. en tierras agrarias de la provincia de Valladolid. Investigación Agraria; Sistema Recursos Forestales 9(2)269-303.

Sabillón, D., 2001. Determinación de los factores de emisión de mono terpenos en tres especies típicas de la vegetación terrestre mediterránea: *Pinus pinea*, *Pinus halepensis* y *Quercus ilex*. Tesis Doctoral. Barcelona, España. Universidad Politécnica de Catalunya. Departamento de Ingeniería Química. 146 p.

Sharashkin, L. y Gold, M., 2004. Pine nuts: Species, products, markets, and potential for U.S. production. In: Northern Nut Growers Association 95th Annual Report. Proceeding for the 95th annual meeting, Columbia, Missouri, August 16-19, 2004. <http://www.thewoodexplorer.com/maindata/we1652.html>

Shikov, A.; Pozharitskaya, O.; Makarov, V. and Makarova, M., 2008. Anti-inflammatory effect of *Pinus sibirica* oil extract in animal models. J Nat Med (2008) 62:436–440. DOI 10.1007/s11418-008-0254-z.

Skakovskii, E. D.; Yu, L.; Tychinskaya, O. A.; Gaidukevich, O. A.; Yu, A.; Klyuev, A. N.; Kulakova, N.; Petlitskaya, N. M.; Rykove, S. V., 2007. NMR Analysis of oils from pine nuts (*Pinus sibirica*) and seeds of common pine (*Pinus silvestris* L.). Journal of Applied Spectroscopy, Vol. 74, No. 4, 2007.

Soto, A. D., Gysling, C. J. y , Loewe, M. V., 2008. Antecedentes del Mercado Internacional de Piñones de Pino. Revista Ciencia e Investigación Forestal. 14 (3): 599-623.

Vergara, L., 1997. Monografía de Pino Piñonero (*Pinus pinea* L.). Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Concepción, Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Forestales. 55p.

Yagüe, S., 1993. Silvicultura y producción de pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en la provincia de Ávila. Congreso Forestal Español. Lourizán. Ponencias y comunicaciones. Tomo II. Pp.: 479-484.