



UNIVERSIDAD  
DE CHILE

SERIE  
CIENCIAS  
AGRONÓMICAS

N°14, 2009

Editor

L. Antonio Lizana M.

# ARAUCARIA ARAUCANA (MOL.) K. KOCH:

## UN RECURSO PROMISORIO



---

**A. Lizana**

**ARAUCARIA ARAUCANA (MOL.) K. KOCH**

Un recurso promisorio

Santiago, Universidad de Chile

Facultad de Ciencias Agronómicas, diciembre 2009

Serie Ciencias Agronómicas nº 14

91 páginas

**Financiamiento**

Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

**ISBN LIBRO: 978-956-19-0667-9**

**ISBN SERIE: 978-956-19-0363-0**

**R.P.I.: 187.362**

**Facultad de Ciencias Agronómicas**

**Universidad de Chile**

Casilla 1004, Santa Rosa 11315,

La Pintana, Santiago

Edición 300 ejemplares

**Diseño**

Pedro Klarian

Impreso en Imprenta El Sur S. A.



UNIVERSIDAD DE CHILE

SERIE CIENCIAS AGRONÓMICAS

# *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch: Un recurso promisorio



Editor: **L. Antonio Lizana M.**

Editor de contenido y compaginación: **Marco A. Mocelli I.**

---

# Introducción

La presente publicación recopila y sistematiza aspectos técnicos de la información generada en marco del proyecto “Bases técnicas para el desarrollo del mercado del piñón: Características de la producción, técnicas de postcosecha y desarrollo de productos”, ejecutado por la Corporación Nacional Forestal entre los años 2003 y 2007 y contó con el apoyo de la Fundación para la Innovación Agraria, cuyo objetivo general consistió en estimar la producción disponible de piñón en el territorio de bosque de araucarias de las comunas de Lonquimay y Curacautín en la Región de la Araucanía; desarrollar técnicas de post-cosecha e industrialización de los piñones, estudiar canales de comercialización y proponer alternativas de inversión, estableciendo instancias de difusión de resultados.

Para la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), del Ministerio de Agricultura de Chile, este proyecto se constituyó en una interesante posibilidad de mejorar a futuro la rentabilidad de la recolección del piñón por parte de las comunidades pehuenches que formaron parte del proyecto, cuyos resultados permitieron entregar antecedentes base para nuevos trabajos en torno a esta especie.

Los aspectos abordados en la presente publicación se relacionan con la estimación de la producción disponible de piñón en el territorio de bosque de araucarias de las comunas de Lonquimay y Curacautín en la IX Región, verificándose de esta forma temas relacionados con el bosque, que no sólo permitieron proyectar producciones de piñones, sino que también dilucidaron varias incógnitas respecto al comportamiento de la Araucaria araucana, desconocidas hasta antes de la investigación realizada. Por otra parte, se incluyen las técnicas de post-cosecha e industrialización de los piñones, abarcando así el mejoramiento de las condiciones de almacenamiento y nuevas posibilidades de industrialización, teniendo impactos sobre el conocimiento y valor agregado del fruto.

La ejecución de este proyecto estuvo a cargo de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), en conjunto con la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile y Bosque Modelo, en calidad de asociados. El primero estuvo a cargo de la ejecución de las actividades relacionadas con la postcosecha e industrialización, y Bosque Modelo participó como agente articulador en el territorio.

Esperamos que esta publicación sea un aporte para aquellos interesados en la recolección y procesamiento sustentable del piñón, así como en la conservación de nuestro patrimonio y de nuestras raíces, complementando antecedentes para la explotación sustentable para el mundo moderno y especialmente en un futuro próximo para las comunidades pehuenches de nuestro país, quienes seguramente, de una otra forma, utilizarán esta información en pos del buen uso de nuestros recursos.

---

# CAPITULO I

## Bosques de Araucanía, producción de Piñones y Sustentabilidad

*Sergio Donoso, Harald Schmidt, Karen Peña y Francisco Perry*

### Introducción

#### **DISTRIBUCIÓN DE LOS BOSQUES DE ARAUCARIA ARAUCANA**

Actualmente, los bosques de *Araucaria araucana* se encuentran sólo en el extremo sur de Sudamérica, y se encuentran a ambos lados de la Cordillera de los Andes en Argentina y Chile, y en un área de menor tamaño en la Cordillera de la Costa. La superficie de bosques con presencia de araucaria se estima en 254.000 ha en Chile y 180.000 ha en Argentina (Lara, 1999).

El género *Araucaria*, ya estaba presente en la era mesozoica, hace más de 65 millones de años, cuando habitaban dinosaurios en la tierra. En la actualidad hay 19 especies de este género y todas se distribuyen en el hemisferio sur. Una de ellas es *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch, cuyos nombres comunes son: araucaria, pehuén o pino araucaria, entre otros. Este árbol, que en Chile se desarrolla en las altas cumbres de las cordilleras de Los Andes y de Nahuelbuta, ha sido utilizado por el hombre hace mucho tiempo. Dentro de los usos dados, se destaca el aprovechamiento que hacen de la semilla, la cual se emplea como base de la alimentación de las comunidades mapuche-pehuenches y complementariamente por parte del ganado doméstico que se alimenta de las semillas. Sin embargo, la producción de semillas varía año a año, por lo que su disponibilidad es muy variable.

En términos específicos en este capítulo se entregan los principales resultados obtenidos de la evaluación durante cuatro años de dispositivos experimentales, orientados a analizar la producción de semillas de araucaria y estado de conservación de la regeneración natural de especies arbóreas en bosques situados en cuatro localidades de la comuna de Lonquimay, Región de la Araucanía. Lo anterior se complementó con una caracterización del nivel de colecta de piñones por parte de las comunidades que habitan en las cuatro localidades.

En Chile, los bosques de *Araucaria araucana* se distribuyen en dos áreas discontinuas. Una de ellas es en la Cordillera de los Andes, desde los 37°27' lat. sur, hasta los 40°03' lat. sur, en ambas vertientes de la cordillera. La especie se desarrolla en Chile, a una altitud entre 1.000

y 1.600 msnm (Montaldo, 1974; Donoso, 1993). La otra es en la Cordillera de Costa, donde es posible encontrar dos poblaciones disyunta y relativamente pequeñas, la más septentrional entre los 37°40' y los 37°50' lat. sur, y la más austral alrededor de los 38°40' lat. sur, ambas en la Cordillera de Nahuelbuta. Aquí la especie puede ser encontrada desde los 600 hasta los 1.400 msnm (Montaldo, 1974; Donoso, 1993).

## **CONDICIONES EN LA QUE SE DESARROLLAN LOS BOSQUES DE ARAUCARIA**

Los bosques de araucaria se desarrollan en distintos climas:

- Clima templado-cálido, con una fuerte influencia mediterránea principalmente en las áreas más septentrionales, con 2 a 4 meses secos durante el verano, con precipitaciones entre 1.500 y 2.500 mm anuales y temperaturas medias entre -1°C en invierno hasta 9°C en verano.
- Clima de frío o nieve, debido a la altitud, que es aquel que se desarrolla en las partes altas de la Cordillera de los Andes, tanto en Chile como Argentina. La precipitación, en forma de nieve principalmente, varía entre 2.000 y 4.000 mm. Las temperaturas invernales van desde los -5 °C hasta los -10 °C, y en verano estas temperaturas pueden sobrepasar los 30 °C.
- Clima frío de estepa, muy característico de Argentina. Aquí las precipitaciones pueden disminuir considerablemente al descender desde la Cordilleras de los Andes, llegando hasta los 800 mm, en el límite con la estepa. Las temperaturas pueden llegar en invierno hasta los -20°C.

Los suelos donde crece araucaria en la Cordillera de los Andes, se han desarrollado a partir de rocas volcánicas andesíticas y basálticas cuaternarias, la mayor parte de este sustrato está cubierto por cenizas volcánicas recientes, pumicitas y escorias volcánicas. En la Cordillera de Nahuelbuta, los suelos se han desarrollado in situ sobre material residual, en algunos sectores sobre granodiorita y en otros sobre material metamórfico del tipo micaesquistos, son suelos bien drenados y ácidos. Los suelos de la Cordillera de Nahuelbuta, son más orgánicos con capas más profundas que en los Andes (Montaldo, 1974; Peralta, 1980; Donoso, 1993).

## **HISTORIA, USO Y CONSERVACIÓN DE LOS BOSQUES DE ARAUCARIA**

Los bosques de *Araucaria araucana*, tal como el resto del bosque nativo chileno, fue explotado durante muchos años, extrayendo los mejores individuos para su aprovechamiento maderero, pero sin cuidar la sustentabilidad de los ecosistemas donde se desarrolla. El uso que se le dio se orientó a la producción de madera, siendo utilizada principalmente para la construcción y carpintería. Los usos más frecuentes eran muebles, estructuras de aviones, embalajes, carrocerías, pisos, revestimientos interiores y exteriores, y para la fabricación de

---

tableros de partículas y contrachapados. También se menciona que se recomendaba para producción de pulpa y papel. En el siglo pasado, los troncos rectos y cilíndricos, eran empleados en la fabricación de mástiles para embarcaciones (Caballero, 2003; Cortés, 1979; Nielsen, 1963). Los antecedentes señalan que la explotación de los bosques de araucaria, fue mucho más intensa en la Cordillera de Nahuelbuta, debido a las facilidades de accesos que permitieron un transporte sencillo hacia los puertos más cercanos.

En el año 1976 fue prohibida la corta de araucaria, debido al progresivo deterioro que presentaba esta especie. Esta ley fue derogada el año 1987, permitiendo la cosecha bajo condiciones muy controladas. Sin embargo, el año 1990, la especie es declarada Monumento Natural, de acuerdo a lo definido en la Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América, firmada en la ciudad de Washington en 1941. A partir de ello, se prohíbe su corta con fines comerciales y exportación de productos derivados de este árbol. Además, la especie se encuentra protegida oficialmente bajo la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. En este escenario, no parece razonable que en un futuro cercano se autorice nuevamente la corta de araucaria. Esto se ve confirmado, al ser declarada la especie en un estado de vulnerable a la extinción (Benoit, 1989). Esta condición fue ratificada el año 2007 por CONAMA (Corporación Nacional del Medio Ambiente) (Diario Oficial, 2008).

Por otra parte, ancestralmente se ha realizado un uso no maderero de los bosques de araucaria, por parte de las comunidades mapuche-pehuenches, o gente de la araucaria. Ellos recorren los bosques a fines del verano y durante el otoño colectando la semilla de araucaria denominada piñón. El piñón es parte de la dieta alimentaria familiar, debido a los altos contenidos en carbohidratos y grasas. La recolección de las semillas se realiza desde hace muchos años por los pehuenches, y esta costumbre además ha sido adoptada por comunidades colonas que en el último siglo han poblado el área entorno a los bosques de araucaria.

Hoy en día los bosques de araucaria, constituyen un patrimonio nacional, contribuyen a la belleza escénica del paisaje y aportan a la protección las cuencas altas de las regiones del Bío-bío y Araucanía (Figura I-1).



Foto: Sergio Donoso, 2006.

**Figura I-1. Veranada de Mallín del Treile. Localidad de Lonquimay (IX Región de la Araucanía) (2006). Sergio Donoso.**

## ECOLOGÍA Y DINÁMICA DE ARAUCARIA

Los bosques de Araucaria, pueden formar asociaciones con distintas especies del género *Nothofagus*, o encontrarse en rodales puro. Estos últimos, generalmente se encuentran en el límite altitudinal arbóreo (sobre 1.800 msnm) o creciendo hacia la estepa (Donoso, 2006). En los rodales mixtos, Araucaria se encuentra asociada con *Nothofagus obliqua* (roble), *Nothofagus alpina* (raulí) y frecuentemente con *Nothofagus dombeyi* (coigüe), en el límite altitudinal inferior. A mayor altitud, comienza a asociarse con *Nothofagus pumilio* (lenga) y *Nothofagus antarctica* (ñirre) (Montaldo, 1974).

Los primeros antecedentes de la dinámica regenerativa de araucaria, fueron descritos por Montaldo (1974), quien caracterizó la sucesión secundaria de bosques de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch en zonas deforestadas de ambas cordilleras, producto de la explotación y el fuego. Se señala que la sucesión se inicia en una etapa donde dominan las gramíneas (*Stipa sp.*, *Festuca sp.*), seguida por arbustos y árboles de mediana altura (*Chusquea culeou*, *Pernettya sp.*, *Baccharis sp.*, *Escallonia*, *Lomatia*), para finalizar en un bosque clímax conformado por la asociación de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch con especies del género *Nothofagus*.

En el año 1977, Schmidt *et al.*, plantearon que el comportamiento sucesional de araucaria, estaría condicionado por factores autogénicos, de esta forma proponen un modelo cíclico que consta de diferentes fases:

1. Fase de desmoronamiento del dosel superior y de establecimiento de la Regeneración
2. Fase de crecimiento óptimo de la nueva regeneración
3. Fase de envejecimiento donde se produce la máxima área basal y posteriormente se origina un período de estancamiento del crecimiento.

Este modelo descrito anteriormente, fue contrastado algunos años más tarde por Veblen (1985) y Donoso (1993), quienes plantean que los bosques de araucaria, no tienen un comportamiento cíclico, sino más bien responden a una dinámica de claros, producto de la caída de árboles de gran tamaño. En la caso de la asociación de araucaria con *Nothofagus*, la regeneración de ambas especies ocurre de manera discontinua bajo los claros formados en el dosel. La velocidad de crecimiento y longevidad de estas especies, hace que existan varias generaciones de *Nothofagus*, frente a una sola generación de araucaria. Además, la regeneración natural estaría condicionada a la disponibilidad de semillas y plántulas de estas especies.

Otro aspecto importante a considerar, es que el desarrollo de estos bosques estaría condicionado por las alteraciones alogénicas producidas frecuentemente en la zona. Es así como el viento, la depositación de cenizas volcánicas y flujos de lava, los deslizamientos de tierra, avalanchas de nieve y el fuego afectan la dinámica regenerativa y desarrollo de rodales en bosques de araucaria (Donoso, 2006).

## **AUTOECOLOGÍA DE LA ESPECIE**

*Araucaria araucana* es una especie de muy lento crecimiento, presentando marcadas irregularidades y diferencias de crecimiento entre individuos de una misma edad (González, 2001). Es una de las coníferas más longevas, pudiendo alcanzar fácilmente los 1.000 años (Rodríguez *et al.*, 1983).

Los árboles de Araucaria, presentan hábitos de crecimiento muy distintos. Cuando son individuos jóvenes o cuando el árbol crece aislado, presenta una copa de aspecto cónico, con ramas que se extienden en forma horizontal, con los extremos doblados hacia arriba y se extienden por todo el fuste (Figura I-1a). Cuando los árboles se han visto sometidos a competencia por luz con otros individuos, pierden las ramas inferiores y la copa se reduce tomando una forma de paraguas (Figura I-1b) (Serra, 1987).



Foto: Sergio Donoso, (2004)

**Figura I-2 (a). Árbol juvenil creciendo de forma aislada que no presenta una clara poda natural, I-1 (b). Árbol adulto con su característica copa en forma de paraguas. Localidad de La Fusta ( IX Región de la Araucanía)**

## PRODUCCIÓN DE PIÑONES

Araucaria es un árbol generalmente dioico, es decir presenta individuos femeninos e individuos masculinos, aunque ocasionalmente se encuentran flores masculinas (amentos masculinos) y estróbilos femeninos (conos) en un mismo árbol (Muñoz, 1984). Este mismo autor determinó que la relación entre árboles masculinos y femeninos es de 1,28, marcando una mayor presencia de árboles masculinos que femeninos. Sin embargo, las evaluaciones realizadas señalan que la proporción determinada es diferente y hay una marcada presencia de árboles femeninos. La relación entre árboles masculinos y femeninos es de 0,87. (FIA, 2007)

El análisis de la producción de conos y semillas de araucaria y el estado de conservación de la regeneración natural de especies arbóreas en bosques de la comuna de Lonquimay, Región de la Araucanía. (en cuatro localidades: Ranquil, Mallin del Treile, Quinquen y Cruzaco) determinó que la proporción de árboles que presentan amentos y conos en un mismo árbol es menor a 5% de la totalidad de los árboles que participan en la reproducción. Una proporción parecida observó Caro (1995) en el estudio realizado en el predio Chilpaco. Un aspecto no documentado, es que una alta proporción de los árboles que presentan la característica de producir amentos y conos en un mismo individuo, lo expresan en los años de alta producción de semillas (piñones) o conos, el resto de los años producen conos o amentos.

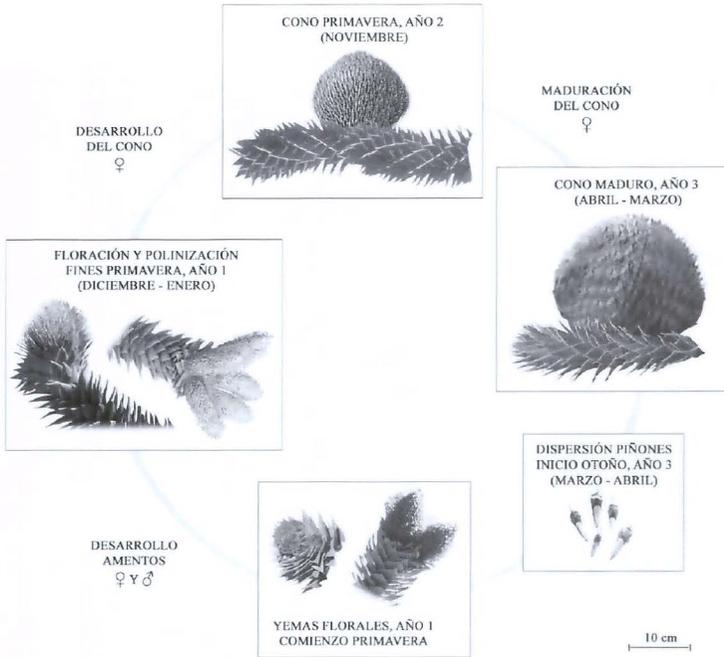


Foto: Sergio Donoso, (2005)

**Figura I-3. Árbol con amento y cono, Localidad de Icalma**

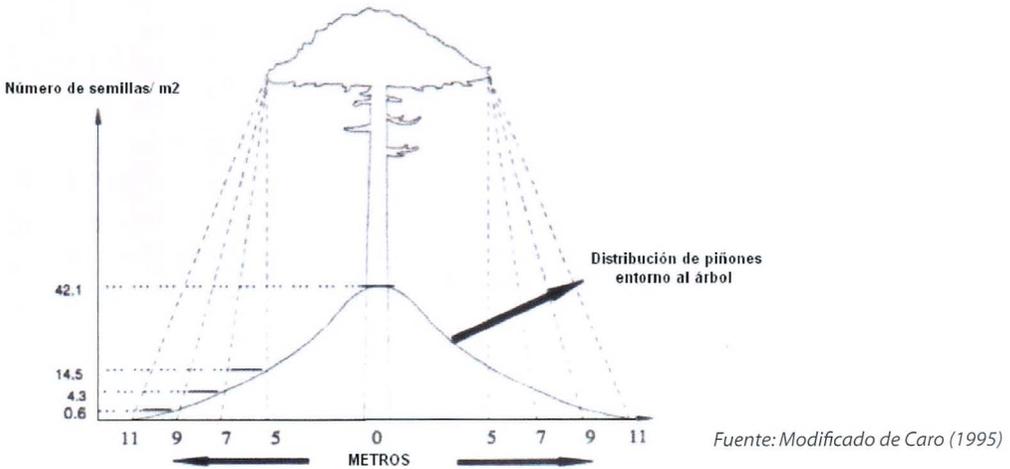
El ciclo reproductivo en *araucaria dura* dura dos años, desde la formación de los conos femeninos, hasta la diseminación de las semillas. Es por esto, que es posible encontrar en un mismo individuo, conos maduros de mayor tamaño (color castaño) e inmaduros (color verde) (Figura I-4). Los conos, que tienen una forma globosa, se desarrollan en los extremos de las ramas nuevas, y generalmente se encuentran solitarios, y ocasionalmente en pares (Caro, 1995).

La secuencia en la producción de semilla se inicia durante el invierno del año 1, donde comienza a surgir las yemas florales femeninas. Durante el verano (diciembre-enero) el cono es polinizado, por amentos que surgieron hace un año atrás. El polen disponible es arrastrado por el viento desde los amentos masculinos hacia los estróbilos femeninos, en general cuando el aire está bastante seco (Montaldo 1974; Donoso, 2006). Aún no hay claridad en que momento ocurre la fecundación. El cono continúa desarrollando durante todo el segundo año. Entre los meses de febrero y mayo los conos ya se encuentran maduros y se desgranran, produciéndose la dispersión de los piñones (Figura I-4).



**Figura I-4. Fenología de la floración, fructificación y dispersión de semillas en *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch.**

Las semillas por su gran peso, son diseminadas por gravedad, quedando la mayor cantidad bajo la copa, en una radio entre 9 y 11 m desde el fuste del árbol semillero (Figura I-5) (Muñoz, 1984; Caro, 1995). Las semillas que no son consumidas por aves o roedores, permanecen en latencia durante el invierno, sumergidas bajo la nieve, hasta los meses de primavera, cuando se inicia la germinación (Donoso, 2006)



**Figura I-5. Distribución y número de semillas (piñones) entorno al fuste del árbol femenino de araucaria.**

Cuando los árboles se encuentran en sectores despejados sin competencia por luz, inicia la producción de flores y frutos cuando alcanza sobre los 15 a 25 años (Montaldo 1974), En bosques naturales, la edad a la que producen flores es muy variable, pero es extraño que se produzca antes de los 100 años. Según Muñoz (1984) la madurez reproductiva de los individuos masculinos se produce antes que los femeninos.

Los conos maduros presentan una cantidad variable de semillas (piñones). Esta condición ha sido observada en diferentes estudios (Cuadro I-1) y la variabilidad es propia de formaciones naturales. Sin embargo, no hay claridad respecto a los factores que modifican la producción media de piñones por cono.

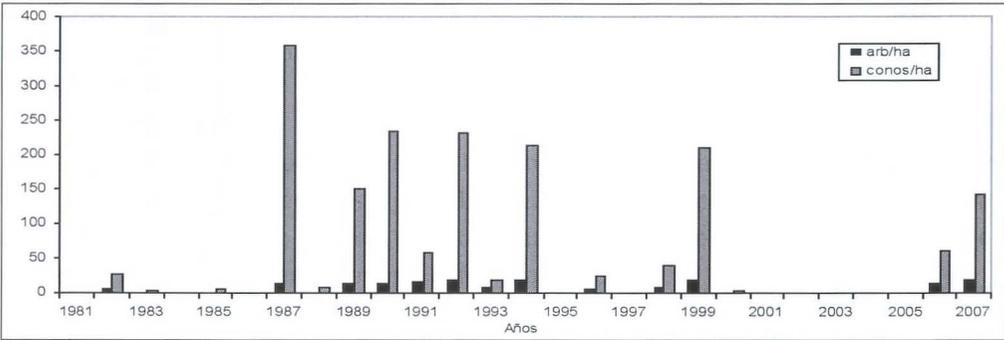
**Cuadro I-1. Comparación del número de semillas por cono en tres localidades de la IX Región y en diferentes años que presentaron diferentes niveles de producción de conos.**

Nivel de producción de conos del bosque (año de muestreo)	Lugar	Número de piñones por cono			Fuente
		media	máximo	mínimo	
Baja producción (1982)	Chilpaco (1)	121	205	65	Muñoz, 1984
Alta producción (1992)	Chilpaco (2)	92	173	36	Caro, 1995
Producción Media (2006)	Lonquimay	148	241	48	Donoso, 2006

En general, el número de semillas por cono, puede fluctuar entre 100 y 200 semillas, y el número estimado de semillas por kilo es cercano a 260, donde el peso promedio es de 3,8 g por piñón (Muñoz, 1984; Caro, 1995).

Aunque la producción de frutos es anual, la producción de piñones se presenta en ciclos irregulares, sin que se haya establecido aún un patrón claro que explique este comportamiento. Es así como cada 2 a 5 años, la producción puede ser abundante (González *et al.*, 2006). Sin embargo, la heterogeneidad en la producción de conos ha sido confirmada por un ensayo, monitoreado por más de 20 años (1981 hasta 1992), situado en el predio Chilpaco, Comuna de Lonquimay – IX Región (Lat. 38° 17', Long. 71° 23'), (Figura I-4). La evaluación de la producción de conos realizadas en este ensayo, evidenció una alta variación, entre 7 y 894 conos/ha (Caro, 1995). Adicionalmente, el mismo autor estableció que si se realizan intervenciones silvícola, aumentando la disponibilidad de luz que incide sobre las copas de las araucarias, mejora la producción de conos.

En general, esta situación de producción de conos muy variable Figura I-4, es normal en bosques naturales de araucaria y representa uno de los mayores desafíos respecto a predecir el comportamiento futuro de la producción de piñones.



Fuente: Caro 1995; Donoso 2007.

**Figura I-6. Número de conos por hectárea producidos y número de árboles por hectárea que anualmente participan en la producción, en un bosque natural de araucaria, en el predio Chilpaco, comuna de Lonquimay IX Región de La Araucanía (años sin datos es por ausencia de información)**

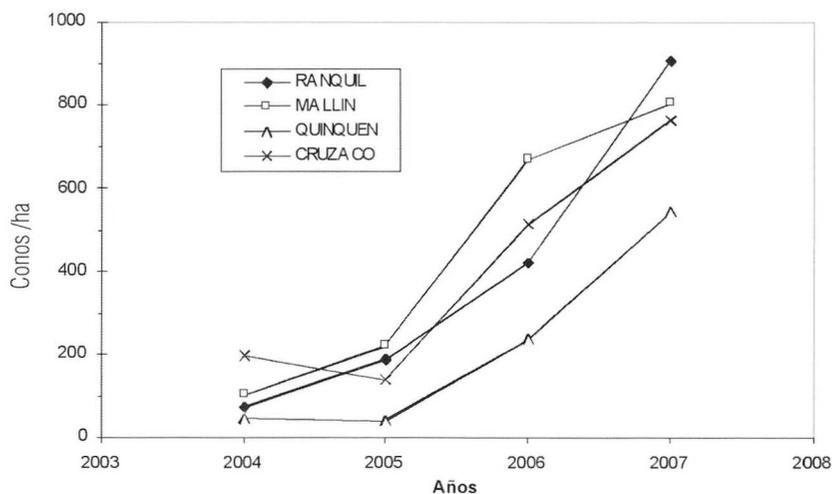
La heterogeneidad en la producción de conos fue adicionalmente corroborada en el monitoreo realizado sobre 18 parcelas permanentes establecidas el año 2003 en cuatro localidades de la comuna de Lonquimay (Cuadro I-2). En ellas se evaluó la producción de conos desde el año 2004 al 2007.

**Cuadro I-2. Características dasométricas medias de los bosques de araucaria muestreados y posición geográfica de las cuatro localidades de la comuna de Lonquimay.**

Localidad	Número de árboles por hectárea	Área Basal por r hectárea (m2 /ha)	Posición geográfica	
			Latitud	Longitud
Ranquil	527	100,6	38° 16'	71° 16'
Mallín del Treile	535	56,7	38° 24'	71° 28'
Quinquen	440	73,9	38° 25'	71° 23'
Cruzaco-Icalma	345	60,1	38° 20'	71° 20'

En dicho período, la producción de conos y por consiguiente de piñones fue variando progresivamente. En los años 2004 y 2005 la producción de conos fue baja. Por contrapartida, la producción del año 2006 se puede considerar como moderada a alta y muy alta para el año 2007 (Figura I-7). Esta valoración se ve ratificada al comparar los valores de producción determinados, el año 2007, con los valores de producción de la Figura I-46 que corresponde

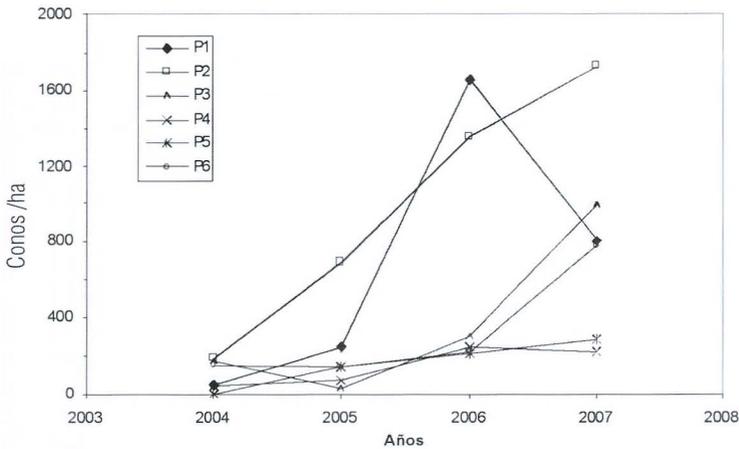
al sector con mayor cantidad de registros sobre producción anual de conos. Se puede observar que el año 2007, la producción se aproxima a los máximos valores registrados en los últimos 25 años evaluados (Figura I-6).



**Figura I-7. Evolución de la producción de conos por hectárea en cuatro localidades de la comuna de Lonquimay.**

El comportamiento en cuanto a producción de conos en las cuatro localidades evaluadas, es relativamente similar (Figura I-7). Luego, en las localidades analizadas hay una cierta sincronía de la producción de conos. Esta situación va en contra de la posibilidad de obtener un suministro estable de piñones para la alimentación, pues los años de baja producción de conos y por consiguiente piñones, se presentan en todas las localidades estudiadas, produciendo una escasez de éstos. Por el contrario, en los años de muy buena producción, la sobreoferta genera un precio reducido de compra del piñón fresco.

Al observar la Figura I-7, hay un aparente comportamiento sincrónico de la producción de conos por parte del bosque y de los árboles. Sin embargo las líneas de tendencias corresponden al comportamiento medio de una gran cantidad de información proveniente de diferentes parcelas y a su vez de decenas de árboles, que marcan una tendencia para cada una de las localidades, que dan la impresión de un comportamiento sincrónico. Al desagregar la información a nivel de parcela, el comportamiento se vuelve irregular (Figura I-8), situación que se acentúa si el análisis se hace a nivel de árbol individual.



**Figura I-8. Evolución de la producción de conos desde el año 2004 al 2007 de seis parcelas permanentes situadas en la localidad de de Mallin del Treile.**

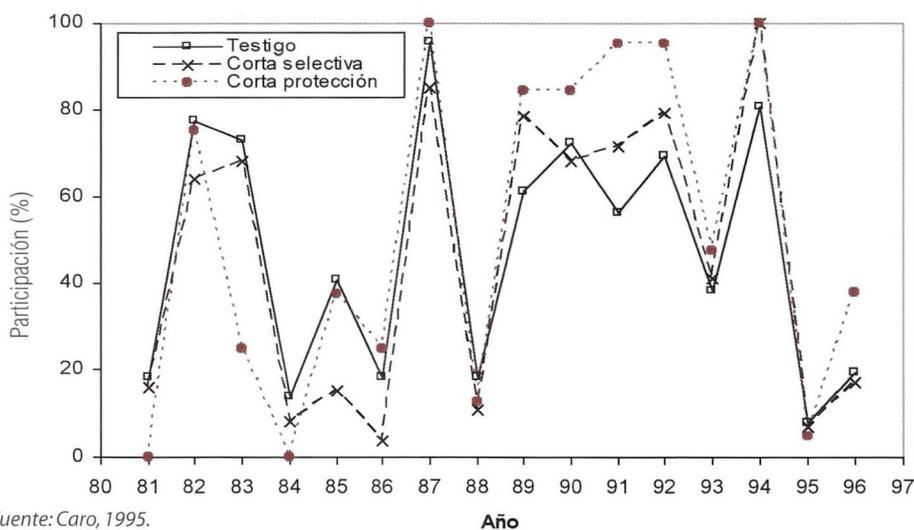
Este comportamiento es normal en bosques naturales y responde a la variabilidad propia de bosques vírgenes o con un bajo nivel de intervenciones en su dosel superior. Es así como se observaron árboles que presenta una gran variabilidad en su producción de conos, desde ocho conos el año 2004 hasta 65 el año 2007. En un caso extremo observado en el monitoreo se contabilizó un árbol que el año 2004 presentó sólo dos conos maduros y el año 2006 tuvo 124 conos maduros. Este árbol es un caso aislado, pero permite comprender la gran variabilidad en la producción de conos y piñones.

### **PARTICIPACIÓN DE LOS ÁRBOLES EN LA PRODUCCIÓN DE CONOS**

Se entiende por porcentaje de árboles que participan en la producción de conos, al cociente entre los árboles que presentan conos generados en un año específico y la población total de individuos femeninos o hermafroditas que potencialmente podrían participar. El valor que se obtiene indica la fracción real de individuos que participan en el proceso.

Antecedentes recopilados en otros estudios (Caro, 1995; Perry y Donoso, 2006), apuntan que la participación se ve afectada tanto por los ciclos propios de producción de conos, como a las condiciones particulares en que se encuentra el bosque.

En términos muy generales, la participación es una expresión propia del bosque, que se ve influenciada por el nivel de competencia interna y por la estructura. Es así, como en un ensayo desarrollado durante 16 años (Caro, 1995), el bosque que se vio sometido a un tratamiento de corta más fuerte (corta de protección), evoluciona en el tiempo hacia niveles de participación claramente más altos, en especial para los años de buena producción de conos (Figura I-9). Esto confirma, lo señalado anteriormente y plantea los resguardos con que hay que analizar la presente información.

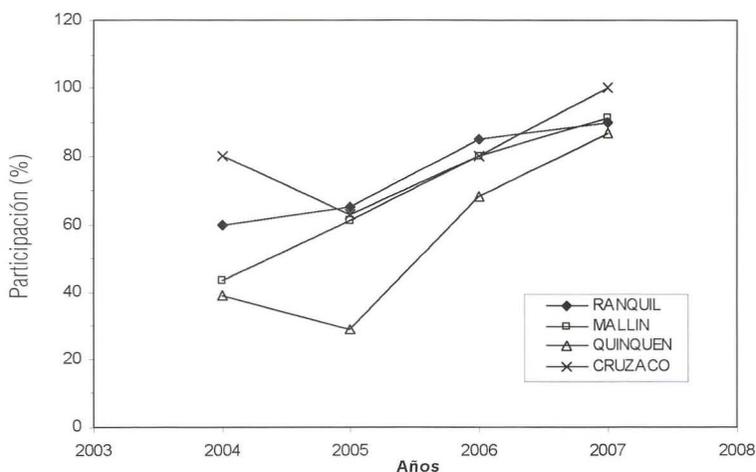


Fuente: Caro, 1995.

**Figura I-9. Porcentaje de participación de los ejemplares femeninos en la producción de conos, para tres tratamientos silvícolas, en el predio Chilpaco, comuna de Lonquimay, desde el año 1980 a 1996.**

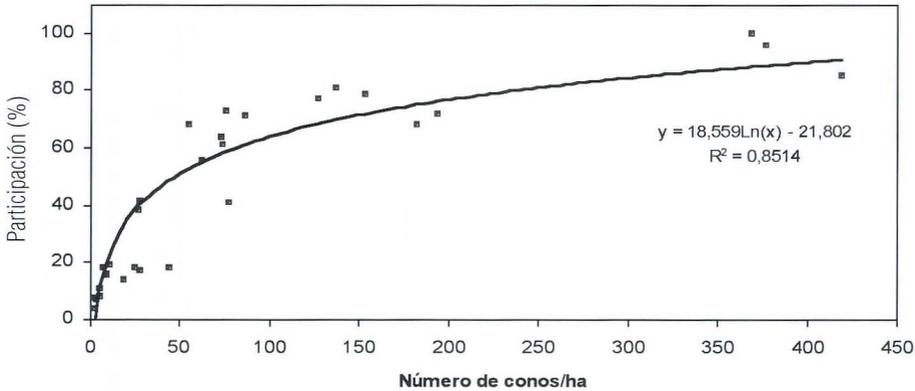
El comportamiento evaluado en las diferentes localidades monitoreadas resulta disímil entre ellas durante los años de menor producción. Sin embargo, en los años con mayor productividad en conos, el comportamiento tiende a equipararse (Figura I-10). Este comportamiento ha sido descrito en estudios anteriores (Caro, 1995).

Al analizar las aparentes diferencias de comportamiento entre las cuatro comunidades evaluadas (Figura I-10), no se detectan diferencias significativas durante el período 2004 – 2007. Esto se debe a que las varianzas de los resultados son muy grandes.



**Figura I-10. Participación de los árboles femeninos en la producción de conos desde el año 2004 al año 2007, en cuatro localidades de la comuna de Lonquimay.**

Se ha observado una correlación positiva al analizar en forma conjunta la producción de conos y el porcentaje de participación de los árboles en la producción.



**Figura I-11. Relación entre producción de conos y porcentaje de participación de los árboles femeninos en la producción de conos en un bosque no intervenido de la comuna de Lonquimay.**

Es efecto, en los años de baja producción de conos, ocurre también que, la cantidad de árboles que producen conos se reduce de forma importante. Por otra parte, los años de buena o muy buena producción participan casi la totalidad de los árboles. (Figura 1-11). Por lo tanto, la diferencia entre un año bueno y uno muy bueno, se explica por un aumento en la cantidad de conos en los árboles que participan en la producción más que la incorporación de nuevos árboles en la producción de conos.

Por otra parte, no hay correlación entre la calidad del sitio y la producción de conos. Al respecto, la producción de conos se explica por un conjunto de factores que afectan individualmente a los ejemplares femeninos. Entre ellos se destaca la competencia intra e interespecífica.

## COLECTA Y USOS DEL PIÑÓN

Gran parte de la población pehuenche y colona que habita en la Cordillera de los Andes, se dedica entre verano y otoño a la coleta y almacenamiento de piñones de araucaria. Esta recolección se puede llevar a cabo de distintas formas:

- se puede esperar que los pájaros desmembrén el cono, cayendo así los piñones al suelo
- esperar que el piñón madure y caiga del árbol
- subir al árbol y apalear los conos hasta que caigan los piñones
- desmembrando el cono con la ayuda de un lazo
- o simplemente cortando las ramas del pehuén.

Cuando los piñones están en el suelo, las familias recogen de manera selectiva las semillas, eligiendo las más grandes y brillantes (Caballero, 2003).

Estudios realizados en Argentina, señalan que una familia conformada por tres adultos, pueden cosechar un saco al día, con 65 a 85 kg. En un año de buena producción, las familias pueden cosechar hasta 32 sacos, con un total aproximado de 2.500 kg. de piñones. De estos, 65% son para la venta, y el resto, son para guardar (Neira, 1995).

El almacenamiento y conservación de los piñones, por parte de los pehuenches, se puede llevar a cabo de diversas formas, entre ellas se puede mencionar: la confección de collares de piñones crudos y pelados, lo que se secan, ahúman y cuelgan para su ventilación; la construcción de un hoyo, que es llenado con agua limpia, y donde son vaciados los piñones para conservarlos de una temporada a otra; y la excavación de un hoyo donde se depositan piedras calientes y sobre estas los piñones (Caballero, 2003).

El piñón cumple un rol importante dentro de la economía familiar, siendo usado como insumo principal de procesos alimenticios y económicos. Los piñones son consumidos directamente como semilla (crudas, cocidas o secadas al sol), utilizados como insumo en la preparación de diversas recetas en base a harina de piñón cruda o tostada, o como “chavid”, bebida de piñón fermentado (Caballero, 2003).

Las comunidades que habitan las diferentes localidades, presentan rasgos que los distinguen, esto se basa en la superficie total y de bosques de araucaria que disponen (Cuadro I-3) y principalmente, en la cantidad de familias y de habitantes que posee cada comunidad, como también las cantidades de piñones cosechados por familia y en total para toda la superficie (FIA, 2007), (Cuadro I-4).

**Cuadro I-3. Superficie total y de bosques de araucaria de cuatro localidades de la comuna de Lonquimay.**

Localidad	Superficie total (ha)	Superficie de bosques de araucaria (ha)
Ranquil	20286	3363
Mallin del Treile	6073	3351
Quinquén	7681	4778
Cruzaco	1655	1189

En cuanto a la población, la comunidad que presenta un menor número de habitantes es Quinquén con 185 habitantes, lo mismo ocurre en el caso del número de familias, al comparar esta localidad con Mallin del Treile y Ranquil, de las cuales la primera presenta la mayor población con 490 habitantes y la segunda presenta la mayor cantidad de familias con 215 (Cuadro 1-4).

**Cuadro I-4. Aspectos demográficos y cantidades de piñones extraídos por familia y por hectárea en cuatro localidades de la comuna de Lonquimay.**

Localidad	Población		Promedio cosechado por localidad		Total cosechado por localidad	
			(Kg./familia)		(Kg./ha)	
	Nº Familias	Nº Habitantes	2003 – 2004*	2005**	2003 – 2004*	2005**
Ranquil	215	418	198,5	547	12,6	1,6
Mallindel Treile	170	490	358,0	400	18,1	3,2
Quinquén	52	185	798,5	725	8,7	0,6
Cruzaco	140	350	710,0	463	83,6	5,5

\* Corresponde a lo cosechado en el período comprendido entre los años 2003 y 2004

\*\* Corresponde a lo cosechado en el año 2005.

En cuanto a las extracciones de piñón desde los bosques, de estas localidades, donde se muestran los valores recopilados en dos evaluaciones, que corresponden al período entre los años 2003-2004 y al período que corresponde al año 2005. De acuerdo a esto y lo señalado en el párrafo anterior, Quinquén es un caso destacable, puesto que a pesar de su bajo número de habitantes, es la localidad donde se colecta la mayor cantidad de piñones por familia, con 798,5 y 725 Kg. para los períodos 2003-2004 y 2005 respectivamente. Sin embargo, la cantidad cosechada por hectárea que en ambos períodos corresponde a la menor en comparación a todas las localidades, con 8,6 y 0,6 Kg./ha para los mismos períodos y en el mismo orden, si a este análisis le agregamos la cantidad de ganado que se posee esta localidad, que corresponde 1244 cabezas, indica que corresponde a una comunidad cuya actividad se basa fundamentalmente en la extracción de piñones, que gracias a contar con una superficie mayor que las otras comunidades presenta finalmente los niveles mas bajos de extracción de piñones por hectárea. Lo contrario ocurre en Cruzaco, que posee la menor superficie de bosques de araucaria, presenta valores similares en cuanto a las extracciones por familia en el período 2003-2004 y lo valores más altos en colecta por hectárea, con 86,3 y 46,3 Kg/ha, para los períodos 2003-2004 y 2005 respectivamente.

**Cuadro I-5. Cantidad de ganado total y por hectárea en cuatro localidades de la comuna de Lonquimay.**

Localidad	Número de cabezas de ganado	Cabezas de ganado por hectárea
Ranquil	4357	0,21
Mallin del Treile	2718	0,45
Quinquen	1244	0,16
Cruzaco	2725	1,65

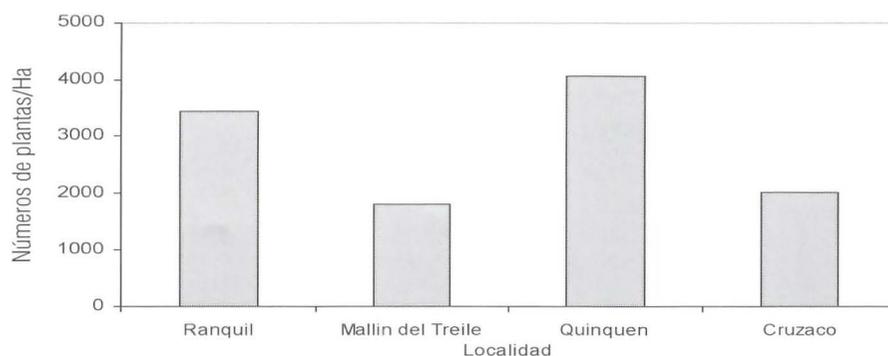
Lo anterior se complementa con la cantidad de ganado que tiene cada una de las localidades, donde Ranquil presenta la mayor cantidad de ganado, pero dada la superficie que disponen presenta junto a Quinquen valores reducidos de cabaeza de ganado por hectárea (Cuadro I-5). Cruzaco, presenta una condición diferente, pues presenta una baja cantidad de ganado sustancialmente mayor por hectárea.

## SUSTENTABILIDAD DE LA COLECTA DE PIÑONES

### Densidad de la regeneración de *Araucaria araucana*

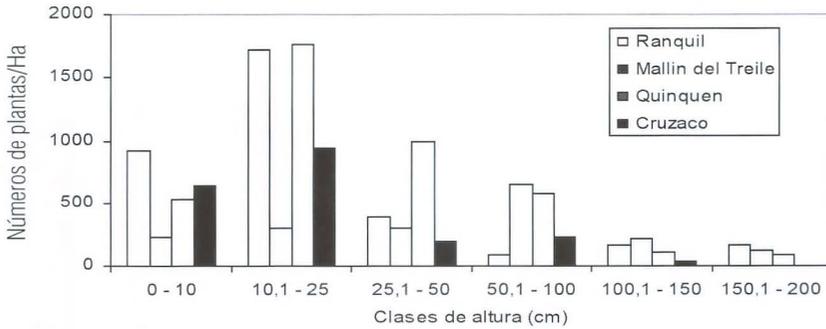
Una formas de evaluar la sustentabilidad del aprovechamiento del piñón, es analizar el estado del bosque, en especial la regeneración natural de las especies arbóreas.

Un análisis de la densidad promedio de la regeneración, realizada el año 2006, determinó que el número de plantas de araucaria, estaba en valores razonables en las comunidades de Quinquén y Ranquil (Figura I-12). Estadísticamente, se determinó que Mallin del Treile, presenta una densidad significativamente inferior a Quinquen y Ranquil, pero no presenta diferencia estadística con Cruzaco. Una evaluación de la regeneración realizada por Donoso, 2004, en las mismas localidades estableció un comportamiento similar al que se observa en la Figura I-13. Sin embargo, los valores obtenidos son inferiores a los establecidos en dicha evaluación. Esta diferencia se podría explicar por el tipo de muestreo aplicado, que fue distinto.



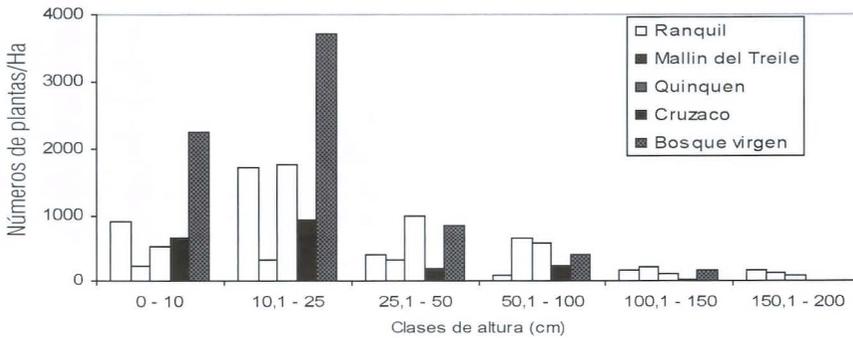
**Figura I-12. Densidad promedio de la regeneración de *Araucaria araucana* en cuatro localidades de la comuna de Lonquimay.**

Al desagregar, la densidad promedio de regeneración por clases de altura, se observa un comportamiento similar en los bosques de araucaria situados en Quinquén y Ranquil (Figura I-13). En Cruzaco se observa una tendencia que se asemeja a la establecida en las dos localidades descritas anteriormente, pero con valores inferiores en las clases de altura menores. Una situación diferente se presenta en Mallin del Treile, encontrándose valores de densidad particularmente bajos en las clases de altura inferiores en comparación con las demás localidades.



**Figura I-13. Número promedio de plantas por hectárea según clase de altura (cm) y localidad de la comuna de Lonquimay.**

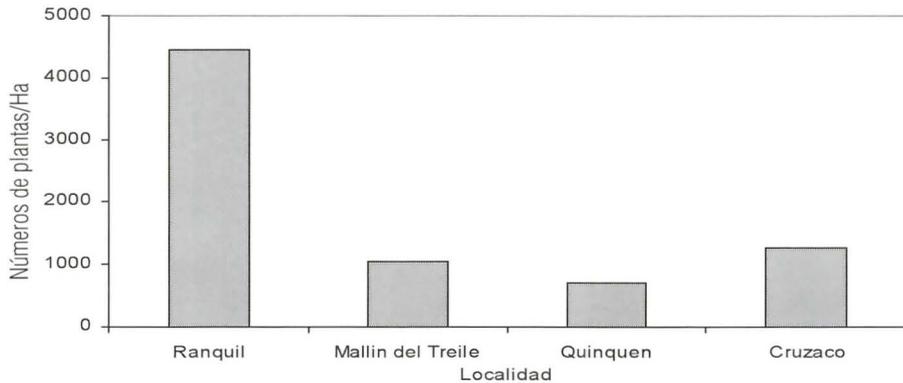
Al comparar los resultados de densidad según clase de altura, con los obtenidos por González (2001), se observa una similitud en la distribución del número de plantas por hectárea y clase determinadas en Quinquen y Ranquil. La similitud que existe entre esta situación y la de Quinquén, podría presentar a esta localidad como la más cercana a una situación de bosque virgen o con escasa presión antrópica, que fue la estudiada por González en la comuna de Lonquimay, a pesar que los valores de densidad total y por clase sean menores. Esta distribución, con marcadas diferencias entre clases de altura, se va atenuando entre las localidades, como se observa en la Figura I-14, llegando hasta el otro extremos representado por Mallin del Treile donde la situación es diferente a la obtenida por González (2001), presentando una distribución relativamente plana y con muy bajos niveles de densidad en todas las clases de altura, lo que refleja una falta de regeneración. Esta situación se explica por la falta de regeneración durante un largo período de tiempo, que se podría deber a un problema en la incorporación de regeneración de araucaria o a la falta de semillas para que se restituya la densidad natural del bosque.



**Figura I-14. Comparación de la densidad de regeneración por clase de altura obtenida en un bosque virgen (González 2001) y cuatro localidades de la comuna de Lonquimay.**

## Densidad de la regeneración de *Nothofagus*

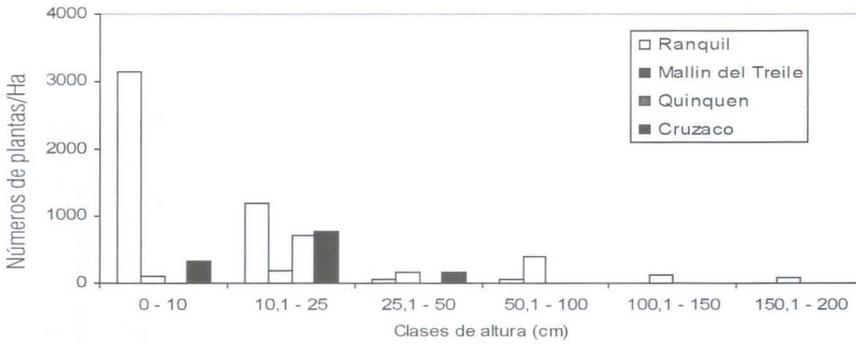
La densidad promedio de regeneración de los *Nothofagus sp.* acompañantes presenta una diferencia notable entre las localidades, destacando Ranquil (Figura I-15).



**Figura I-15. Densidad media de la regeneración de *Nothofagus sp.* en cuatro localidades de la comuna de Lonquimay.**

Al igual que en araucaria, un resultado similar también obtuvo Donoso, 2004, en una evaluación realizada a la regeneración de *Nothofagus* en las mismas localidades. Sin embargo, los valores obtenidos en este estudio son inferiores a los establecidos por este autor, pero los resultados entre localidades son proporcionalmente similares. La diferencia observada entre ambos estudios, se pueden deber a diferencias en el tipo de muestreo realizado.

En términos de la densidad regeneración promedio por clase de altura, Ranquil presenta una diferencia evidente respecto a las demás localidades, en la distribución de la regeneración entre las distintas clases de altura, mostrando su máximo valor en la clase 0–10 cm. con 3.139 plantas/ha. En la clase 10,1-25 cm. Ranquil tiene el mayor valor en densidad, posición en la cual Cruzaco y Quinquén presentan sus máximos con 778 y 292 plantas/ha respectivamente. Hacia clases de alturas mayores hay una reducción en el número de plantas, Cruzaco presenta nula regeneración en las clases que abarcan alturas entre 50 y 200 cm., algo similar ocurre en Ranquil donde la regeneración desaparece en alturas que van de 100 a 200 cm. En Mallin del Treile el comportamiento de la densidad de regeneración es relativamente mas constante a través de las diferentes clases de altura, presentando como valor máximo 389 plantas/ha en la clase 50,1-100 cm. (Figura I-16).



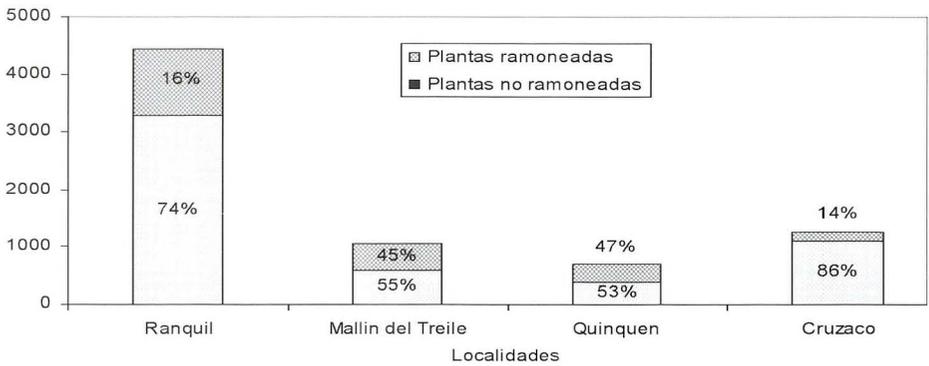
**Figura I-16. Densidad promedio de regeneración según clase de altura, para *Nothofagus sp.* en cuatro localidades de la comuna de Lonquimay.**

Un análisis complementario a la distribución espacial y en altura de la regeneración de *Nothofagus*, evidencio que en las diferentes localidades se presentaban ramoneo sobre las plantas (Figura I-17). Quinquén fue la localidad que presentó menos ramoneo en las muestras obtenidas, con 53,3%. A Quinquén le siguen, Mallin del Treile con 55,2%, luego Ranquil con 74,2% y finalmente Cruzaco con 85,7% de las muestras ramoneadas. Estos valores ponen a Ranquil y Cruzaco como las localidades sometida a mayor presión por parte del ganado (Figura I-18).



**Figura I-17. Ganado consumiendo piñones y ramoneando la regeneración en un bosque de araucaria – lenga. Icalma (2007). Sergio Donoso.**

Sin embargo, mas allá del porcentaje de plantas ramoneadas, es importante destacar la cantidad de plantas no ramoneadas por localidad, puesto que estas corresponden a las que pueden seguir desarrollándose, integrándose al ciclo natural y llegar a formar parte del bosque. Bajo esta premisa, la cantidad de plantas por hectárea no ramoneadas y por localidad es de 889 en Ranquil, 813 en Mallin del Treile, 1894 en Quinquén y 290 en Cruzaco. En Quinquen se observa un alto número de plantas no ramoneadas, que son las que podrían llegar a ser adultas, por el contrario en Cruzaco la reducida cantidad de individuos que no están sometidas a esta presión y que por lo tanto son potenciales participantes del bosque adulto, evidencia cierto grado de degradación del bosque. Mallin del Treile y Ranquil presentan valores intermedios y similares.



**Figura I-18. Densidad promedio de regeneración según clase de altura, para *Nothofagus sp.* en cuatro localidades de la comuna de Lonquimay.**

## BIBLIOGRAFIA

BENOIT, I. 1989. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Primera parte. CONAF. 157p.

CABALLERO, J. 2003. Utilización de semillas de *Araucaria araucana* por una comunidad pewenche de Lonquimay, IX Región. Memoria Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. 77p.

CARO, M. 1995. Producción y dispersión de semillas de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch., en Lonquimay. Memoria Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 55p.

CORTÉS, H. 1979. Aspectos económicos en la utilización de *Araucaria araucana* (Mol.) K.Koch. Revista Ciencias Forestales 1(4):3-10. DIARIO OFICIAL, 2008. Aprueba y oficializa nómina para el tercer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Diario oficial de la República de Chile. Lunes 30 de junio de 2008. Páginas 4 y 5.

DONOSO, C. 1993. Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. Editorial Universitaria. 4ª ed. 485p.

DONOSO, C. (ed) 2006. Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología. 1ª ed. 678p.

FIA, 2007 "Bases técnicas para el desarrollo del mercado del piñon: características de la producción, técnicas de poscosecha y desarrollo de productos, estableciendo instancias de difusión de resultados". Proyecto FIA PI-C-2003 1-F-092.

GONZALEZ, A. 2001. Análisis de la densidad y crecimiento de la regeneración de un bosque de *Araucaria* bajo distintas intensidades de corta de selección. Memoria Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. 79p.

GONZALEZ, M., CORTÉS, M., IZQUIERDO F., GALLO, L., ECHEVERRÍA, C., BEKKESY, S., y MONTALDO, P. 2006. *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch. En: Donoso C. (Ed.). Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología. Ediciones Marisa Cuneo. Primera Edición. 680p.

LARA, A., SOLARI, M. E., RUTHERFORD, P., THIERS, O., TRECAMAN, R., PRIETO R. y MONTORY, C. 1999. Cobertura de la vegetación original de la ecoregión de los bosques valdivianos en Chile hacia 1950. Informe Técnico. Proyecto FB 49-JWWF/ Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

---

MONTALDO, P. 1974. La bioecología de la *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. Boletín N° 46-48. Venezuela. 55p.

MUÑOZ, R. 1984. Análisis de la productividad de semillas de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch, en el área de Lonquimay. Tesis Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 84p.

NEIRA, Z. 1995. La importancia de la semilla de *Araucaria araucana* para la unidad familiar pehuenche. Revista desarrollo agroforestal y comunidades del noreste argentino. Año 4. N°20. Salta. Argentina. 79p.

NIELSEN, U. 1963. Crecimiento y propiedades de la especie *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch. Tesis Ingeniería Forestal. Facultad de Ingeniería Forestal. Universidad Austral de Chile. 77p.

PERALTA, M. 1980. Geomorfología, clima y suelos del tipo forestal araucaria en Lonquimay. Boletín Técnico N° 57. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. 35 p.

PERRY, F y DONOSO, S. 2006. Evaluación de la regeneración de *Araucaria araucana* en comunidades de la comuna de Lonquimay. Acta de resúmenes de ponencias orales y poster. Tercer Congreso Chileno de Ciencias Forestales. Concepción. Pág. 107.

RODRIGUEZ, R; MATTHEI, O. y QUEZADA, M. 1983. Flora arbórea de Chile. Eds. Universidad de Concepción. 94 p.

SCHMIDT, H; TORAL, M y BURGOS, P. 1977. Silvicultura y usos de los bosques de araucaria. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 28 p.

SERRA, M. 1987. Dendrología de coníferas y otras gymnospermas. Apuntes Docentes N°2. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 264 p.

VEBLEN, T. T. 1985. Regeneration patterns in *Araucaria araucana* forests in Chile. Journal of Biogeography 9:11-28.

## CAPITULO II

### El Fruto

Antonio Lizana M.

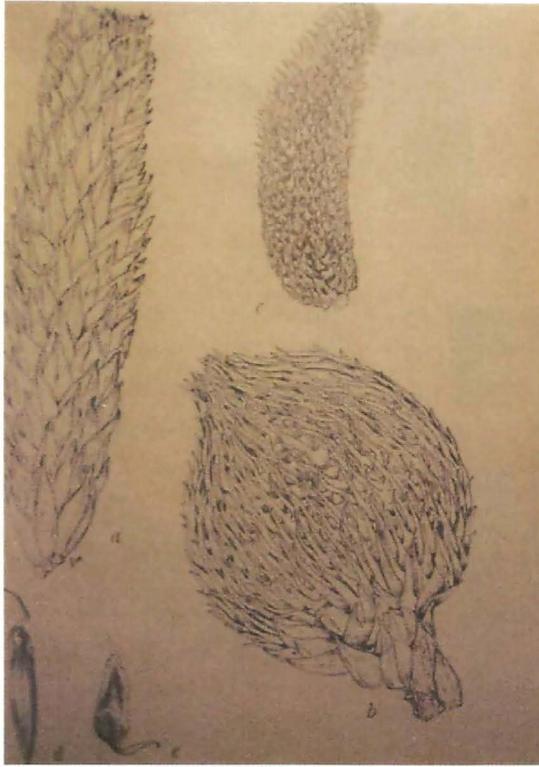
#### GENERALIDADES

La especie *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch, produce frutos comestibles en forma natural y silvestre, al contrario de la gran mayoría de otras especies que producen frutos tipo nuez, que han sido seleccionadas por calidad y en las cuales se ha desarrollado sistemas de manejo y cultivo de los árboles. Otro caso similar en Chile es el avellano chileno (*Gevuina avellana* Mol).

Adicionalmente, en los cultivos dirigidos, para uniformar la calidad y mantener las características deseadas de los frutos, se utiliza la injertación. En el caso de la araucaria, los árboles están en condiciones silvestres y no tienen manejo de injertación. Esto trae como consecuencia una gran desuniformidad en los piñones. Esta desuniformidad, se identifica en todos los parámetros conocidos de caracterización de calidad, entre ellos: tamaño, forma, color y sabor. Sin embargo, al igual que otras especies comestibles silvestres, la semejanza entre frutos, permite su identificación y comercialización.

#### BOTÁNICA

Las plantas son dioicas, raramente monoicas (Muñoz, 1959). Las flores femeninas tienen forma de conos en espiral y se desarrollan en los extremos de ramas solas o de a dos. Las flores femeninas también se desarrollan en el extremo de ramillas cortas en forma conos alargados (Fig. II-1).



**Figura II-1. Dibujo de la fructificación del piñón: a: rama masculina; b: Macrosporofila; c: microsporofilo; d: semilla e: escama del mismo macrosporofilo. (Tomado de Muñoz, 1959).**

El fruto se denomina piñón, pehuén así como el árbol pehuén, piñonero y pino araucaria.

### **CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL FRUTO**

El crecimiento de los brotes de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch comienza a principios de noviembre en alturas bajas de la cordillera de Los Andes y puede retrasarse a fines de noviembre en las partes altas (Montaldo, 1974).

Las flores femeninas aparecen a finales de noviembre y la flor masculina entre agosto y septiembre.

El polen se produce de diciembre a enero, donde los vientos ayudan a la polinización que es anemófila. La polinización es afectada por las lluvias. La flor masculina produce gran cantidad de polen que es dispersado por el viento y ayudada por la estructura del polen que tiene una ampolla de aire que le permite flotar a distancias (Nielsen, 1963).

Una vez que se produce la fecundación, se inicia el crecimiento del estróbilo, piña o pseudocarpo. Éste se compone de un eje central en torno del cual se disponen helicoidalmente escamas tectrices y seminíferas. Las seminíferas se desarrollan en el fruto, dando volumen al cono, mientras que las tectrices permanecen atrofiadas como escamas estériles. Fabre-Ducharte en 1963 (citado por Montaldo, 1974), encontró una relación de 1:5 entre escamas fértiles y estériles y en sus muestras, el número de escamas fértiles o seminíferas osciló entre 103 y 105 (Fig. II-2).

El crecimiento del fruto tiene tres etapas, la primera, inmediatamente después de la fecundación, desde enero/febrero, hasta junio. La segunda etapa, el crecimiento del fruto disminuye por el invierno (junio-agosto). Y la tercera etapa en la que el crecimiento se reinicia en primavera hasta completar su desarrollo (feb-marzo-abril).

Inicialmente el cono se desarrolla lentamente, pero en los últimos seis meses su desarrollo se acelera (Cuadro II-1) (Montaldo, 1974).

**Cuadro II-1. Desarrollo (mm) en longitud y diámetro del cono femenino en *Araucaria araucana* (Mol) Koch, desde floración hasta fruto maduro.**

	FLORACION (DIC. 1951)	FRUTO 1 AÑO (NOV. 1952)	FRUTO MADURO (ABRIL 1953)
LONGITUD	126	150	250
DIÁMETRO	80	96	180

(Tomado de: Montaldo, 1974).

La formación completa del fruto o semilla demora 16 a 18 meses desde la fertilización. Debido a este largo período de crecimiento del cono frutal, al momento de cosecha se pueden observar en el mismo árbol, conos maduros y conos en desarrollo (Montaldo, 1974).

Al completar su desarrollo, el cono frutal esferoide puede alcanzar un tamaño de entre 15 a 30 cm. Un árbol puede producir entre 20 a 40 conos por árbol. Cada cono frutal puede, contener un promedio de 100 a 200 semillas (piñones) (Gompertz, 1998).



Fuente: proyecto FIA, 2007

**Figura II-2. Corte vertical de un cono (estróbilo) desarrollado, mostrando escamas seminíferas desarrolladas (fruto piñón) y escamas tectrices estériles. Localidad: Lonquimay.**

### **FRUTO INDIVIDUAL.**

Los frutos (semillas) son alargados cuneiformes de un atractivo color pardo rojizo de 3,5 a 4,5 cm. de largo, entre 1,2 a 2,0 cm. de ancho y con un peso de 3,5 a 4,0 gr. Un Kg de tiene 230 a 265 semillas. (Nielsen, 1963, Muñoz, 1984, Sanguinetti et al., 2001). Sin embargo, pueden existir ejemplares que producen frutos de mayor tamaño de 6 cm o más<sup>1</sup>.



**Figura II- 3. Frutos de piñones mostrando su anatomía que incluye un sector comestible de 2/3 y un sector alado rudimentario de 1/3.**

<sup>1</sup> Observación personal en Lonquimay, 2005

El piñón está recubierto de una capa coriácea (testa) dura, flexible y muy resistente, prolongada en forma de ala rudimentaria. Este segmento, al no estar desarrollado como en frutos similares de otras especies, cuando madura el piñón cae directamente al suelo (Figura I-2). Al interior hay otra capa, fina blanda y de color rojizo que recubre el endosperma, que constituye la parte comestible de la semilla. Éste es de color blanco-lechoso cuando inmaduro, blanco, resistente y elástico cuando maduro y de color blanco-ámbar, seco y duro cuando sobremaduro. La pulpa es de granulación fina. Es un fruto simple y seco, que no se abre ni se fragmenta cuando maduro.

### **PRODUCCIÓN DE CONOS.**

Para el caso de las araucarias de Chile, Muñoz (1984), entrega valores de producción por ha de 28 y 156 conos por ha, lo que equivale a 3.920 y 21.840 semillas o piñones por ha/año, lo que significa una producción promedio de 140 piñones por cono aproximadamente. Al respecto, el mismo autor indica que existiría cierta periodicidad en la semillación y que esta sería de años de alta producción seguida por años de producción media y luego baja. Esto sin lugar a dudas debe ser considerado al momento de estimar cierta capacidad productiva u oferta de piñones o algún derivado de este.

Sanguinetti *et al.*, (2001), analizaron la producción de conos en Araucarias del parque Rucachoroy y Tromen en el Parque Nacional de Lanín, Argentina. La variabilidad es enorme, debido a la forma de asociación de los árboles en el parque, de la edad y condición de los árboles, de la exposición en la que crecen y de los factores climáticos del año en que crecen los conos. Los resultados promedios para 2001 y una proyección para 2002 se presentan en el Cuadro II-2.

La producción de frutos en el Parque Lanín de Argentina tendría una periodicidad de 2 o 3 años, influido principalmente por el fenómeno del Niño (sequía) que durante la floración favorecería la polinización y el de la Niña, que en ese tiempo con las lluvias lo perjudicaría (Sanguinetti *et al.*, 2001). En la forma de los árboles, los individuos de forma cónica, mas frecuentes en los bosques abiertos, tienden a producir más que los aparasolados típicos de los bosques densos, debido a una mayor superficie potencial. Adicionalmente en los bosques abiertos los árboles tendrían una mayor exposición al sol, que en los densos. Los centros frutales son estimulados por la exposición al sol.

**Cuadro II-2. Producción bruta de piñones de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch, durante el año 2001 y proyección del 2002 en bosques de Rucachoroy y Tromen, en el parque Nacional Lanín (Argentina). (Tomado de Sanguinetti *et. al.*, 2001)**

Bosques estudiados		Producción año 2001				Proyección año 2002			
Áreas	Semillero/ha	Conos/ árbol	Conos/ ha	Piñones/cono	Kg/ha	Conos/árbol	Conos/ha	Piñones/cono	Kg/ha
RBAE	22(3)	15 (5)	330 (15)	91	117	12 (3)	264	111	114
RBAO	15(6)	10 (3)	150 (18)	88	51	12 (4)	180	111	78
RBDA	48(9)	12 (11)	576 (99)	90	202	1 (1)	48	111	21
RBDO	33(9)	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
TBAE	35(7)	24 (6)	24 (6)	295	295	8 (3)	280	111	121
TBDO	52(10)	2 (1)	2 (1)	36	36	5 (2)	260	111	113

PRMEDIO	15	474	90	166	8	193	111	83
RANGO	10-24	150-840	88-91	51-295	1-12	48-280		21-121

RBAE: Rucachoroy Bosque Abierto del Este.  
 RBAO: Rucachoroy Bosque Abierto del Oeste.  
 RBDA: Rucachoroy Bosque Denso del Oeste  
 TBAE: Tromen Bosque Abierto del Este.  
 TBDO: Tromen Bosque Denso del Oeste.

## CALIDAD Y ACEPTABILIDAD DEL FRUTO

La apariencia, tamaño y color de los frutos puede ser enormemente influenciado por las características intrínsecas del árbol, el lugar de crecimiento, la temperatura, la cantidad de piñones por cono. Además las prácticas de manejo en cosecha pueden alterar las características iniciales de calidad; por ejemplo, si los piñones son recogidos del suelo, como por lo general sucede, su color puede cambiar y sufrir contaminación. Esto se agudiza cuando el piñón permanece largo tiempo en contacto con el suelo.

En unos estudios realizados en la zona de Lonquimay, Chile (FIA, 2007), se analizaron las características de calidad y aceptabilidad de los piñones provenientes de árboles creciendo a diferentes alturas y asociaciones con otros árboles. Se estudiaron las características físicas y químicas de piñones procedentes de 3 sitios de recolección en Lonquimay, Región de la Araucanía, IX Región, Chile, para determinar posibles diferencias en su constitución.

**Cuadro II-3. – Características de piñones provenientes de árboles creciendo a diferentes alturas en Lonquimay (IX Región, Chile).**

SITIO	Humedad%	Proteína%	Lípidos%	Amilosa%	Fibra	Fibra cruda%	Almidón% dietética%	Almidón resistente%
A	44,88 a	7,50 ab	2,34 a	41,45 b	1,51 a	23,39 a	66,07 a	37,75 b
B	43,44 a	8,30 a	2,30 a	46,18 a	1,12 a	25,00 a	78,25 a	40,63 ab
C	45,08 a	7,06 b	2,07 a	45,34 a	1,59 a	26,85 a	73,87 a	41,28 a
<b>Prom.</b>	<b>44,47</b>	<b>7,62</b>	<b>2,24</b>	<b>44,32</b>	<b>1,41</b>	<b>25,08</b>	<b>72,73</b>	<b>39,88</b>

Fuente: Proyecto FIA, 2007

Se determinó que los piñones provenientes del sitio "A", de sólo araucarias, ubicado a 1400-1600 m.s.n.m., presentaba un mejor rendimiento (relación semilla pelada y cáscara), una semilla de color más claro y una menor cantidad de amilosa con respecto a los sitios "B" y "C" ubicados a 1200-1400 m.s.n.m. y acompañados de Ñirre y Lengua respectivamente. La mayor cantidad de almidón resistente y la menor de proteínas correspondió a los piñones del sitio "C". En cuanto al resto de los parámetros medidos, lípidos, almidón, fibra cruda y fibra dietética, entre otros, no hubo diferencias significativas (= 0.05).

Los piñones pesaron entre 4,29 y 4,95 g, midieron entre 4,69 y 5 cm. de largo y 1,5 cm. de ancho. En general, estas medidas indican un piñón más grande y de mayor peso que los piñones del Parque Nacional de Lanín, Argentina.

Sin embargo hay ejemplares aislados (seleccionados por la población local) que producen piñones de mayor tamaño que los medidos en las muestras, que los usan para el consumo y trueque. Esto indicaría lo interesante de localizar estos ecotipos para un posible seguimiento y análisis para una potencial selección.

En análisis de minerales, en promedio, los piñones presentaron 0,020% de Ca y 32 ppm. de Fe. El rendimiento relación semilla pelada y cáscara osciló entre 79,01% y 83,75%.

En semillas sin cubierta se presentaron valores cercanos al 45% de humedad y el porcentaje de lípidos osciló en valores cercanos al 1%, valor significativamente menor al de otras especies de frutos secos (Cuadro II-6 y II-7). En cuanto al valor energético, tendría entre 170 y 204 calorías, lo cual sería interesante dada la actual necesidad de alimentos con dichos atributos en la dieta de las personas.

El valor de la proteína es de alrededor de un 4%, que es más o menos semejante al de especies comparables y que se considera como un buen valor nutricional. Por otra parte el contenido de fibra dietética se considera como un valor interesante, ya que ayudaría a producir una buena digestión.

## MADURACIÓN Y COSECHA

Los piñones maduros se desprenden en forma espontánea, dispersándose como en un estallido. Debido a la condición comestible, el piñón es frecuentemente atacado por aves que provocan su apertura y caída de semillas. Entre ellos se encuentra el choroy (*Enicognatus leptorhynchus*), la cacheaña (*Enicognatus ferruginea*), la paloma araucana (*Columba araucana*), el comesebo patagónico (*Phrigilus patagonicus*) y el tordo patagónico (*Curaeus curaeus*) (Caro, 1995; Muñoz, 1984; Sanguinetti et al., 2001).

Galletti *et al.*, (2006) utilizando piñones provenientes de tres árboles de Lonquimay, IX Región, analizaron piñones de conos cosechados en tres fechas, enero, febrero y marzo mediante la evaluación comparativa del peso, tamaño y número de semillas. Los resultados habrían indicado que la fecha tradicional de recolección sería la correcta. Sin embargo, habría que buscar formas que impidan que los piñones tomen contacto con el suelo y se contaminen. Algún mejoramiento se nota ocasionalmente al utilizar mallas, u otra forma de protección en la base del árbol, para evitar que los piñones caigan al suelo.

Dada las características de la topografía, envergadura y altura de los árboles se evidencia las dificultades para la recolección. La cosecha del piñón se hace en forma muy rudimentaria, lanzando palos a los conos maduros para que se rompan y dejen caer los piñones; o se enlazan con cuerdas, tirando para obtener los frutos. Estos son recogidos del suelo. También, en cosechas adelantadas, para utilizar el fruto en bebidas alcohólicas (mudai), las ramillas donde están los conos inmaduros y difíciles de que se partan, se cortan con machete. Esto lógicamente acarrea una pérdida de puntos de fructificación, que no se ha evaluado sistemáticamente (Fig. II-4).

En un estudio realizado en la zona de Quinquén (Cano, 1995) se trató de evaluar los rendimientos obtenidos en la cosecha del piñón. Para ello, como la cosecha es una actividad familiar, se dividió las familias en "grandes" y "pequeñas" y además el volumen de las cosechas, medida en Kg, se consideró, muy buena, regular y; la variabilidad obtenida fue desde 600 Kg a 12.000 Kg (Cuadro II-4).



**Figura II-4. Brazos fructíferos de Araucaria, mostrando frutos en formación y cortes donde existieron frutos de la temporada anterior. Los cortes de frutos con machete se consideran una mala práctica por la pérdida de puntos de fructificación.**

En este caso el peso promedio de las semillas es de 3,8 gr., lo que implica un número de 262 semillas por kilo (Caro, 1995). De acuerdo a esto se tendría una producción estimada en kilos por ha, para la zona de Quinquén, entre 14,8 y 83,3 para años de baja y alta producción respectivamente.

**Cuadro II-4. Rendimientos (en sacos y en Kg) en la recolección de Piñon en la zona de Quinquén, por tamaño de familia.**

Temporada	Familia Grande		Familia Pequeña	
	Sacos	Kg aproximados	Sacos	Kg Aproximados
Muy buena	100 - 180	7.000 - 12.500	60 - 100	4.000 - 7.000
Regular	20 - 30	1.500 - 2.000	8 - 10	600 - 700
Mala	10 - 15	700 - 1000	5 - 6	300 - 400

Fuente: Tacón (1999), citado por Tacón et al., (2000).

**Los Recolectores:** Corresponden por lo general a familias Pehuenches, pero también las faenas de recolección son realizadas por familia de campesinos no Pehuenches, pequeños propietarios (Colonos). Ambos grupos de recolectores suelen recorrer la cordillera en busca del producto (Piñoneo) a pie, a caballo o lomo de mula. También se ve el caso de recolectores - intermediarios los que, a diferencia del grupo anterior, recolectan en camionetas o vehículos apropiados para esos tipos de terrenos, llegando en cambio sólo a los lugares más accesibles, pero en contra parte poseen mejores rendimientos y alcanzan mejores utilidades por el producto, ya que evitan al intermediario. Entre los meses de marzo y abril, cuando

las semillas comienzan a caer al suelo los riesgos de pérdidas, contaminación, una menor calidad y vida de postcosecha se pueden disminuir, al cosechar los conos directamente de las araucarias.

### **Tipo de cosecha según objetivo**

Las cosechas se realizan según el propósito de utilización del fruto. Es así como podemos distinguir tres tipos de cosechas<sup>2</sup>:

1. – Primera cosecha, Piñón lechoso (aproximadamente un mes antes de la caída natural. Dura muy poco fuera del cono, se pardea muy rápidamente, sin embargo si lo guardan con aspillera húmeda puede durar hasta un mes. Se utiliza principalmente para hacer la bebida tradicional (Mudai).
2. – Segunda cosecha, se sacan los conos y se dejan al sol. Luego de dos o tres semanas, se abren, tienen muy buena calidad y se conservan mejor. Se les llama “piñón granado”.
3. – La tercera cosecha es la que se hace desde el suelo. Esos piñones se pueden almacenar hasta Agosto. Pero si hay lluvia se pudren en postcosecha, principalmente por hongos (Probablemente *Ulcicella chilensis*). Los conos son muy similares a los de la segunda cosecha pero tienen más color externo y a veces más oscuro. Estos últimos se utilizan para la chuchoca, harina y cocción.
4. – A veces también hay una recolección de Septiembre y Octubre, del piñón que ha caído al suelo y no ha sido recolectado en el verano y que ha quedado bajo la nieve durante el invierno.

### **CONSUMO POR ANIMALES.**

En estudios realizados en Argentina, el consumo diario por cada animal doméstico representaría un 10 a un 30% en años normales, y podría subir en años de baja producción. Sanguinetti (2001), considera que el consumo dirigido a animales constituye una aberración, debido al costo beneficio. La carga doméstica constituiría 100 veces más que la de animales silvestres (Sanguinetti *et al.*, 2001).

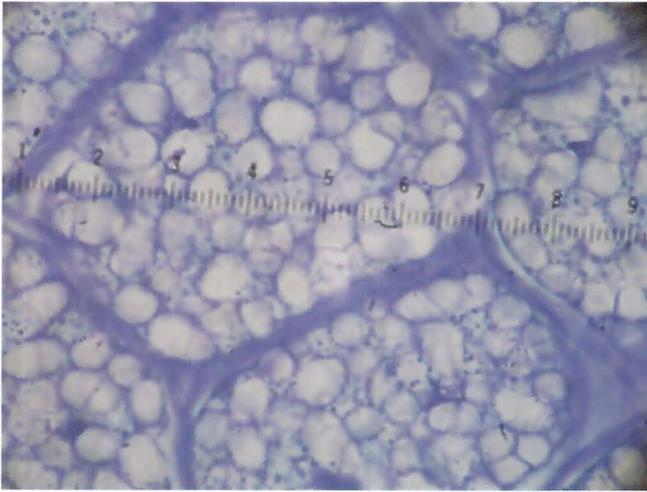
Adicionalmente, su producción, aunque fluctuante, es permanente en los extensos sectores de bosques nativos. Hasta la introducción del trigo y otras gramíneas, probablemente el piñón junto con la papa era una fuente importante de almidón en la dieta. Los Pehuenches han aprendido a utilizar esta semilla en un sinnúmero de funciones y les ha proporcionado una base para, a través de la harina obtenida de su cocción y molido, elaborar varios productos: pan hecho con semillas crudas molidas (canuto), sopas con semillas secas y cocidas y bebidas fermentadas (Pastore, 1939; Montaldo, 1974).

---

<sup>2</sup> Antecedentes proporcionados por el Sr. Joaquín Meliñir, asesor intelectual Proyecto FIA 2007

## CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DEL PIÑÓN.

La condición atractiva de sabor y el alto contenido de almidón han sido probablemente los dos principales factores de consumo masivo de este fruto por las poblaciones locales. El piñón, como toda semilla, acumula almidón como hidrato de carbono de reserva, que es sintetizado y acumulado en los amiloplastos. En la semilla de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch el 61% del peso seco es almidón y constituye un 31% del peso seco del embrión y un 63% del peso seco del megagametofito (Cardemil y Reiner, 1982).



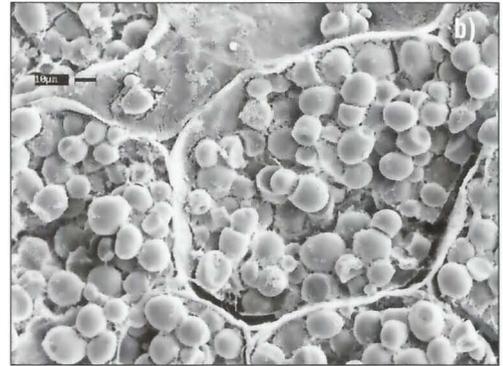
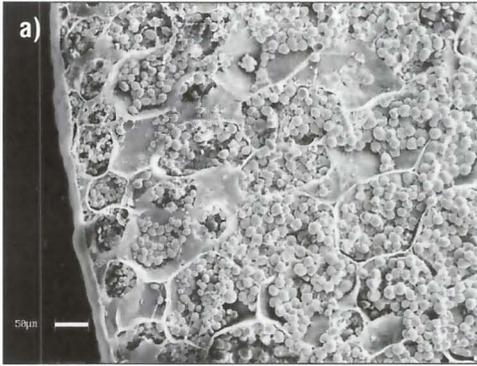
Fuente: Cánaves et al., 2007.

**Figura II-5. Tejido cotiledonar de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch, mostrando los gránulos de almidón en el interior de las células (40x). Cada división de la regleta equivale a 2,5  $\mu\text{m}$ .**

Al observar por microscopía de luz (Fig. II-5) se observa el tamaño de las células de los piñones de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch. En la imagen los gránulos de almidón tienen un tamaño similar con un diámetro promedio de  $13,8 \pm 3,2 \mu\text{m}$ . Sin embargo, los gránulos de almidón del embrión, tienen diferentes tamaños, los que fueron caracterizados y separados en tres grupos por Cardemil y Rainiero (1984), fluctuando entre 1,35 y 35 micras (Pastore, 1939).

Con microscopía electrónica de barrido (Henríquez et al., 2008) se observa que el tamaño de las células externas e internas (Figuras II-6 a y b) fluctúan entre  $60,51 \pm 5,87$  y  $140,74 \pm 8,67 \mu\text{m}$  respectivamente, valores similares a los reportados por (Cardemil y Reiner, 1982) en las células internas  $177,3 \pm 15 \mu\text{m}$ . Los gránulos de almidón son pequeños de forma redondeada y superficie sin irregularidades y la mayoría de ellos muestran una cara aplastada.

En los piñones recogidos al barrer las células interiores son alargadas con un largo de  $87,5-100 \mu\text{m}$  ( $X= 95,8 \mu\text{m}$ ) y un ancho de  $57,5-70 \mu\text{m}$  ( $X= 63,3 \mu\text{m}$ ); mientras que las células exte-



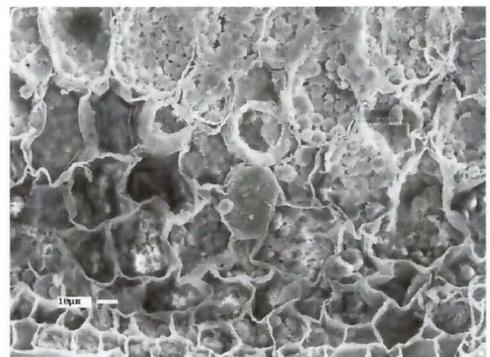
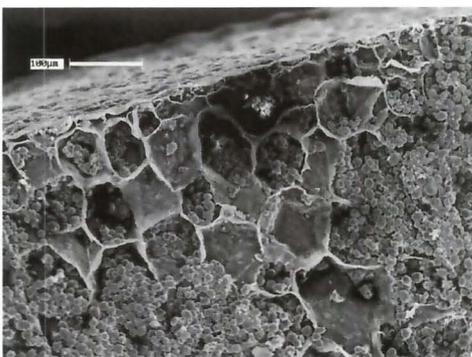
Fuente: Henríquez et al., 2008

**Figuras II- 6. Células de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch a) externas 50 µm y b) internas 10 µm.**

riosos son regulares y algunas isodiamétricas con un largo de 35,5-50 µm ( $X= 44,2 \mu\text{m}$ ) y un ancho de 37,5-65 µm ( $X= 54,2 \mu\text{m}$ )

En los piñones seleccionados las células interiores son de mayor tamaño que en los piñones al barrer y miden 112- 120 µm ( $X= 117,3 \mu\text{m}$ ) de largo y 84-108 µm ( $X= 98,7 \mu\text{m}$ ) de ancho. Las células exteriores también son de mayor tamaño y mantienen su forma cuadrada, con un largo de 60-72 µm ( $X= 66,7 \mu\text{m}$ ) y un ancho de 40-84 µm ( $X=61,3 \mu\text{m}$ ). (Proyecto FIA, 2007).

Comparando piñones recogidos al barrer con aquellos seleccionados (Figuras II-7 a y b) se observó que el tejido es menos compacto en los primeros.



Fuente: Proyecto FIA, 2007.

**Figuras. II-7 a) células en piñones recogidos al barrer y b) piñones seleccionados.**

## COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS PIÑONES

Los aportes en minerales Ca y Fe son considerablemente buenos ya que estarían entregando una buena proporción de los requerimientos diarios de éstos en la dieta, aunque se presentó cierta diferencia entre los valores de Ca obtenidos en el proyecto y los de literatura.

En piñón sería un buen producto desde el punto de vista nutricional, muy semejante al de frutos secos y comparables a la castaña. En relación al almidón el piñón junto con la castaña serían los frutos secos con mayor aporte, con un 67 y un 62 % respectivamente (Cuadro II-7).

**Cuadro II-5. Composición química de piñones evaluados durante el año 2004. Según Proyecto "Bases Técnicas para el Desarrollo del Mercado del Piñón. FIA, 2007."**

g / 100 g parte comestible							mg/ 100 g parte comestible	
Calorías	Humedad	Proteína	Lípidos	ENN	F Cruda	Cenizas	Ca	Hierro
174- 204	43-46	4.0-4.3	1.1- 1.4	45 - 47	0.6-1.2	1.1- 1.3	8.5- 12	2.0 - 2.4

**Cuadro II-6. Composición química comparativa de algunos frutos secos (g/100g).**

g / 100 g parte comestible								mg/ 100 g parte comestible	
Nueces	Calorías	Humedad	Proteínas	Lípidos	ENN	F Cruda	Cenizas	Ca	Fósforo
Almendras	534	5.0	18.0	43.3	26.9	3.8	3.0	294	456
Avellanas	555	7.5	12.4	49.3	24.4	3.6	2.8		
Castaña	246	38.0	3.7	1.8	53.5	2.3	0.7	21	86
Nuez	498	21.6	10.9	50.1	10.1	5.9	1.4	55	336
Piñón	179	53.1	4.5	1.1	38.0	2.2	1.1	61	98

Fuente: Schmidt-Hebbel y Pennacchiotti, 1990.

**Cuadro II-7. Composición química comparativa de frutos secos (g/100g parte comestible).**

Especie	Humedad	Proteína	Lípidos	Cenizas	Fibras	Azúcar	Almidón
Almendra	4,7	18,6	54,6	3,0	2,7	4,4	12,5
Nuez	3,3	15,0	64,4	1,7	2,1	3,8	9,7
Maní	5,4	26,3	48,4	2,3	2,5	5,0	10,1
Pecano	3,0	9,4	73,0	1,6	2,2	3,9	6,9
Cajú	4,1	19,6	47,2	2,7	1,0	6,8	18,6
Macadamia	3,1	8,7	71,4	1,7	2,5	2,7	9,9
Avella. Eur.	6,0	12,5	60,9	2,7	3,4	3,2	11,3
Pistacho	5,6	19,6	53,2	3,0	2,2	6,1	10,3
Nuez Brasil	5,3	14,4	65,9	3,4	2,1	1,5	7,4
Avella. Chi.	7,5	12,4	49,3	2,8	3,6	3,3	21,1
Castaña	8,4	6,7	4,1	2,2	2,5	14,4	61,7
Pehuén	5,3	9,9	2,5	2,7	4,5	7,8	67,5
Promedio	5,14	14,42	49,57	2,48	2,60	5,24	20,58

Fuente: Estévez, 1991.

---

El piñón tiene un comportamiento algo diferente a otras semillas y su principal problema lo constituye su dureza, que lo hace casi inutilizable en guisos. Estas características y sus posibles diferentes formas de utilización se verán en la sección de elaboración correspondiente (Capítulo IV).

También su almacenamiento y mantención de la calidad durante el almacenaje se verá en la sección siguiente. Es de vital importancia poder determinar las mejores condiciones para almacenar este fruto, conservando su calidad y de esta forma incrementar la posibilidad de uso a través de año, evitando la pérdida de calidad por manejos inadecuados (como ocurre en la actualidad).

## BIBLIOGRAFÍA

CÁNAVES, L., ESCOBAR, Y B. ESTÉVEZ, A. M. 2007. Estudio Anatómico de Embriones Recalcitrantes de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch (Piñones con interés agroindustrial). *Simiente* 77 (3-4): 149.

CARDEMIL, L. y REINERO, A. 1982. Changes in *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch seed reserves during germination and early seedling growth. *Canadian Journal of Botany*, 60: 1629–1638.

CARO, M. P. 1995. Producción y Dispersión de Semillas de *Araucaria Araucana* (Molina) K. Koch, en Lonquimay. Memoria de título para Ingeniero Forestal. Dept. de Silvicultura. Escuela de Cien. Forestales. Facultad de Cien. Agr. y Forest., Univ. de Chile. Santiago.

ESTÉVEZ, A. M., 1991. Proceso de deterioro de nueces en almacenaje. In: Primer curso Internacional de Postcosecha: 157-169. Fac. Cien. Agr. y Forest., Univ. de Chile, 283 p.

FAO, 1998. Productos Forestales no Madereros en Chile. Serie Forestal Nº 10. Dirección de Productos Forestales no Madereros en Chile. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Santiago. Chile.

FIA. 2007. Bases Técnicas para el Desarrollo del Mercado del Piñón. Proyecto FIA PI-C-2003 1-F-092.

GALLETTI L., C. GÁLMEZ y L. A. LIZANA 2006. Características físicas y químicas de piñones de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch, en diferentes fechas de cosecha. *SIMIENTE* (Chile) 76 (3-4):58.

GOMPERTZ M. A. (1998), Uso de productos forestales no madereros en la Región de la Araucanía y recomendaciones para el trabajo futuro en este ámbito. [www.chilebosquenativo.cl/info\\_documentos/PFNM.pdf](http://www.chilebosquenativo.cl/info_documentos/PFNM.pdf).

HENRIQUEZ, C., B. ESCOBAR, F. FIGUEROLA, I. CHIFFELLE, H. SPEISKY and A. M. ESTEVEZ. 2008. Characterization of piñon seed (*Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch) and the isolated starch from the seed. *Food Chemistry* 107: 592-601.

INFOR, 2002. Informe 1ª Gira Tecnológica Proyecto Innovación Tecnológica y Comercial de Productos Forestales No Madereros (PFNM) en Chile. Proyecto FONDEF-INFOR-INTEC DOOI1041.

MONTALDO, P. 1974. La bio-ecología de *Araucaria araucana* (Mol) K. Koch. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y capacitación. Venezuela. Bol 46: 55.

---

MUÑOZ, C. 1959. Sinopsis de la Flora Chilena. Ediciones de la Universidad de Chile. Ed. Universitaria, S. A. Santiago.

MUÑOZ, R. 1984. Análisis de la Productividad de Semillas de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch en el Área de Lonquimay - IX Región. Tesis para optar al título de Ingeniero Forestal. Departamento de Silvicultura y Manejo. Escuela de Ciencias Forestales. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago.

NIELSEN, U. 1963. Crecimiento y propiedades de la especie *Araucaria araucana* (Mol) Koch. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 77p.

PASTORE, A. 1939. Las reservas nutritivas de los piñones de *Araucaria argentina*. Darwiniana, 3:470-479.

SANGUINETTI, J., L. MARESCA, L. LOZANO, M. GONZALEZ PEÑALBA Y L. CHAUCHARD. 2001. Informe Programa Pehuen: Producción bruta de piñones de *Araucaria* y estudio de la regeneración. Segundo Informe Interno (noviembre). Administración de Parques Nacionales, 51 p. Argentina.

SCHMIDT HEBBEL, H. e I. PENNACCHIOTTI. 1990 Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos. Facultad de Química y Farmacia, Univ. de Chile. 61p.

TACÓN A., U. FERNÁNDEZ, Y F. ORTEGA 2000. El Mercado de los Productos Forestales no Madereros y su Papel en la Conservación de la Ecorregión de los Bosques Valdivianos. Red de productos PFNM de Chile. Proyecto FB 80. WWF-CODEFF.

## CAPITULO III

### Cosecha y conservación postcosecha del Piñón

*Ljubica Galletti G., Carolina Gálmez C.*

Las semillas y frutos de nuez en general se caracterizan por los problemas que presentan durante el almacenaje, los que hay que tener presente al momento de planear conservarlos durante un tiempo prolongado. Por su contenido de agua son fácilmente atacados por hongos y son sensibles a la deshidratación, el aceite que presentan en su composición química las hace ser sensibles a la rancidez y finalmente por ser semillas tienden a germinar (Ryall y Pentzer, 1982). Sin embargo los piñones al igual que las castañas presentan un bajo contenido de aceite (1,5 a 2,5 %) por lo que la rancidez no es un problema que presenten estas semillas durante el almacenamiento (Estévez, 1991). Pero también, al igual que las castañas son susceptibles a la deshidratación y al ataque de hongos, insectos y roedores.

El manejo de cosecha y postcosecha que se proporcione a las semillas y nueces es fundamental para asegurar la mantención de la calidad de estos productos por un tiempo prolongado en postcosecha.

#### COSECHA DEL PIÑÓN

La primera pregunta que surge es cuándo cosechar, ya que la caída de la fruta no necesariamente indica el mejor momento de cosecha para una máxima duración postcosecha con calidad aceptable e inmediatamente después surge la duda de cómo cosechar, si estas preguntas están resueltas para nueces de nogal, almendras, y otras semillas, plantean un desafío cuando se habla de piñones de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch (Figura III-1).



Figura III-1. Bosque de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch, un “huerto frutal” muy especial.

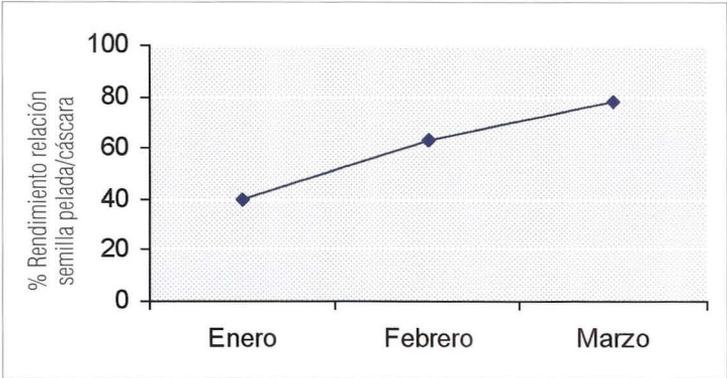
Tradicionalmente los piñones se cosechan desde fines de Febrero hasta principios de Abril. Los pehuenches tienen además un segundo período de recolección en primavera, cuando se inician los deshielos y quedan al descubierto los piñones no recogidos la temporada anterior (Caballero, 2003).

La recolección de piñones de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch, que se realiza cuando las semillas comienzan a soltarse de los conos y a caer al suelo, se traduce en un mayor riesgo de pérdidas y contaminación de piñones al tomar contacto con la tierra y animales.

La posibilidad de determinar el mejor momento de cosecha y coleccionar directamente los conos desde los árboles, llevo a Galletti *et al.* (2006 b), a recolectar conos de tres diferentes árboles en Enero, Febrero y Marzo lo que permitiría además obtener semillas no contaminadas desde el suelo.

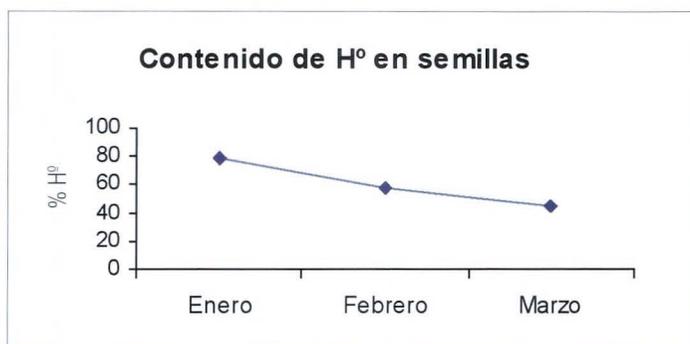
Al evaluar piñones provenientes de estos conos se observa diferencias en las características físicas de ellos, tanto entre árboles como entre fechas. Así en el color de las cubiertas de las semillas, el parámetro de luminosidad  $L^*$  disminuye a través del tiempo, de 81,94 en enero hasta 62,82 en marzo y el parámetro  $a^*$ , que va de verde (-) a rojo (+), aumenta desde 3,12 a 17,27 en igual fecha; mientras  $b^*$ , parámetro que va de amarillo (-) a azul (+) se mantiene en valores cercanos a 20. La variación a través del tiempo de los valores de los parámetros  $L^*$  y  $a^*$  indican que la semilla se oscurece y se pone más rojiza.

Pero es el peso de la parte comestible del piñón, la semilla pelada, el parámetro que sufre mayores cambios, desde un promedio de 1,84 g a 3,08 g junto con el rendimiento (relación semilla pelada/ cáscara), este último parámetro (Figura III-2) aumenta desde un promedio de 40,11% en Enero a 63,63% en Febrero y a 78,32 % en Marzo.



**Figura III-2. Variación del rendimiento en semillas provenientes de conos colectados en distintas fechas en la temporada 2005.**

El contenido de humedad de las semillas disminuye gradualmente y en forma importante desde 78,42% en Enero a 50,04% en Febrero y a 45,39% en Marzo, porcentajes promedio entre los tres árboles (Figura III-3).



**Figura III-3. Evolución del contenido de humedad de piñones cosechados en distintas fechas en la temporada 2005.**

Los contenidos de azúcar disminuyen inicialmente desde Enero a Febrero para aumentar hacia el mes de Marzo. Los valores corresponden a 15,50%, 7,60% y 13,22% en Enero, Febrero y Marzo respectivamente. La proteína no presentó mayores diferencias con 9,67% en Enero, 10,48% en Febrero y 8,18% en Marzo, es decir se mantienen en valores muy cercanos a través del tiempo.

En la Figura III-4a se aprecia el aspecto de los conos y en la III-4b el de los piñones cocidos sin pelar y pelados, todos cosechados en Enero. El aspecto de estos últimos era bueno, pero su textura pegajosa después de cocidos produjo rechazo del panel de evaluación sensorial.



**Figura III-4a. Cono y piñones cosechados en Enero**



**Figura III-4b. Piñones cocidos sin pelar y pelados**

A la luz de los resultados de Marzo, mayor peso y mejor relación semilla pelada/cáscara, así como disminución de la humedad en los piñones, se determinó que la época tradicional de recolección es la correcta si se quiere conservar piñones de calidad en su máxima expresión por un período prolongado.

### **COMO COSECHAR**

Los piñones son especialmente susceptibles a los hongos, por ello se debe extremar el cuidado a la cosecha. Dado que una fuente de inóculo es el suelo, debería extenderse una malla bajo los árboles y cosechar diariamente, incluso dos veces al día. El contacto de las semillas con el suelo y más aún cuando éstas pueden permanecer días en ese lugar, asegura una infección por hongos y una escasa conservación postcosecha (Figura III-5).



**Figura III-5. Idealmente se debe cubrir con malla el suelo para lograr una semilla de calidad.**

Otro cuidado que se debe tener al recolectar es separar los piñones dañados de los sanos, para tener así un buen material a conservar, los daños mecánicos no solo desmerecen la apariencia sino que son la puerta de entrada de los patógenos que provocarán pudriciones.

Tradicionalmente se utilizan diversas formas para cosechar, algunas no adecuadas y sancionadas incluso por los propios pehuenches (Caballero, 2003), y son las siguientes:

- Esperar que el "huahuilma"(choroy) desmiembre el cono y haga precipitar el piñón
- Esperar que el piñón madure y caiga del árbol

- Subir al “pehuén” y apalea o apedrear los conos hasta que caigan los piñones
- Usar un lazo, el cual al ser ondeado pasa a llevar el cono y lo desmiembra
- Cortar las ramas del pehuén.

### **Influencia de los sitios de recolección sobre las características físicas y químicas de los piñones a la cosecha**

La araucaria crece en la VIII y IX regiones en dos áreas discontinuas que son la cordillera de Nahuelbuta, entre los 600 y 1400 m.s.n.m. y la cordillera de Los Andes entre los 900 y los 1700 m.s.n.m cruzando al lado argentino (Donoso, 1993), esto podría crear diferencias entre los piñones procedentes de araucarias con distintas condiciones de crecimiento por lo que una investigación consideró 6 sitios en Lonquimay, IX Región cuyas características se presentan en el Cuadro III-1.

En el Cuadro III-2, se puede apreciar que en cuanto a características físicas el Sitio 4 presenta los piñones mas grandes mientras que el 2, 3 y el 6 los mas pequeños; los mejores rendimientos en semilla pelada se encontraron en los Sitios 1, 2, 4 y 5, y el mas bajo en el Sitio 6; el color más rojizo de la cubierta en los piñones del sitios 6 y los mas claros en los Sitios 1, 2, 4 y 5.

La composición química es muy similar, presentando diferencias sólo en cenizas y fibra cruda, en este último parámetro el mayor porcentaje lo obtienen piñones del Sitio 4 con un 2,3% mientras que los menores porcentajes son para los piñones de los Sitios 2 y 6 con 1,37% y 1,45% respectivamente.

**Cuadro III-1. Parcelas de muestreo de araucarias**

SITIOS	PISO	CALIDAD DE SITIO	ALTITUD MSNM	PUNTOS GPS	CARACTERIZACION DE PARCELAS
1	1400-1600	ALTA	1.530	288024 5751383	Parcela araucarias y lengas de buena calidad. Araucarias de menor diámetro y de mayor altura sobre los 6 metros. Mayor cantidad de araucarias y menor producción de conos.
2	1400-1600	BAJA	1.690	285951 5745231	Parcela sólo de araucarias. Araucarias de menor altitud que no superan los 5 a 6 metros. Existe una menor cantidad de araucarias en comparación del sitio de buena calidad. Menor cantidad de araucarias y mayor producción de conos pero menor producción de piñones.
3	1200-1400	BAJA	1.317	2862611 5747241	Parcela araucaria y ñirre Araucaria de menor altitud y mayor diámetro. Menor cantidad de araucarias. Mayor producción de conos y piñones. Existe un bajo porcentaje de regeneración natural y en algunas partes no existe regeneración.
4	1200 1400	ALTA	1.332	288621 5746363	Parcela araucaria, lenga. Araucarias de mayor altitud y menor diámetro. Mayor cantidad de araucarias Menor producción de conos y piñones Mayor regeneración natural.
5	1400 1600	MEDIA	1.550	288025 5751529	Parcela araucaria, lenga y coigue. Araucarias de mayor altitud y menor diámetro. Mayor cantidad de araucarias Menor producción de conos y piñones Mayor regeneración natural.
6	1200 1400	MEDIA	1.400	284647 5750818	Parcela araucaria, lenga. Araucarias de mayor altitud y menor diámetro. Menor cantidad de araucarias Mayor producción de conos y piñones. Mayor regeneración natural.

### Cuadro III-2. Características físicas, de color y químicas de Piñones provenientes de seis sitios de Lonquimay.

#### Características Físicas y de Color de Piñones

Sitio	Características físicas							Características de Color					
	Cubierta Semilla			Endosperma				Cubierta Semilla			Endosperma		
	Peso (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Rendto. (%)	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	4,70 ab	5,00 a	1,53 a	3,93 ab	3,88 a	1,35 ab	83,75 a	63,10 a	16,73bc	26,09 a	85,61a	1,34bc	25,56 b
2	4,38 b	4,74 b	1,55 a	3,63 b	3,63 c	1,33 b	82,83 a	63,86 a	16,67bc	26,26 a	86,69 a	0,69 c	25,49 b
3	4,31 b	4,68 b	1,49 a	3,52 b	3,67 bc	1,30 b	81,74ab	59,34ab	18,49 b	25,86 a	84,13ab	3,55 a	26,76ab
4	4,95 a	5,00 a	1,58 a	4,13 a	3,84 ab	1,36 a	83,37 a	62,83 a	15,06 c	26,01 a	84,99ab	1,96abc	28,06 a
5	4,52 ab	4,69 b	1,52 a	3,73 b	3,69abc	1,33 ab	82,48 a	59,93 a	17,41 b	25,61 a	85,34ab	1,77abc	26,58ab
6	4,29 b	4,76 b	1,50 a	3,69 ab	3,69abc	1,28 b	79,01 b	56,10 b	20,47 a	27,04 a	82,26 b	3,33 ab	28,30 a

Tukey  $p \leq 0,05$  Letras indican diferencias significativas en la columna

Sistema CIELAB L\* luminosidad/ a\* -Verde +Rojo/ b\* -Amarillo+Rojo

#### Composición Química de Piñones

Sitio	H <sup>o</sup> (%)	M seca (%)	Lípidos (%)	Proteína (%)	Cenizas (%)	F.Cruda (%)	ENN (%)	Azúcar (%)	Almidón (%)	Amilosa (%)	Ca*10 <sup>-2</sup> (%)	ppm Fe (%)
1	45,50 a	54,50 a	2,49 a	7,14 a	2,12 c	1,70 bc	86,56 a	7,45 a	75,61 a	40,94 a	2,1	46,0
2	45,36 a	54,64 a	2,39 a	8,39 a	2,36abc	1,37 c	85,50 a	6,90 a	82,74 a	42,91 a	2,1	35,0
3	45,36 a	54,64 a	2,31 a	7,04 a	2,21 bc	1,97 ab	86,46 a	7,24 a	81,89 a	39,25 a	2,2	23,0
4	45,17 a	54,83 a	2,31 a	8,05 a	2,31abc	2,30 a	85,04 a	9,70 a	76,31 a	39,25 a	2,0	24,0
5	45,54 a	54,46 a	2,47 a	7,58 a	2,56 ab	1,57 bc	85,82 a	9,56 a	76,69 a	39,19 a	1,9	36,0
6	45,77 a	54,23 a	2,15 a	7,30 a	2,66 a	1,45 c	86,45 a	8,57 a	80,74 a	30,20 b	1,5	26,0

Tukey  $p \leq 0,05$  Letras indican diferencias significativas en la columna

En el Cuadro II-3 se señalan los porcentajes de humedad, proteína, lípidos, amilosa, almidón, fibra cruda y dietética para piñones provenientes de tres sitios de Lonquimay, denominados "A", "B" y "C", diferenciados principalmente por la altitud a la que se encuentran, acompañados o no de otros árboles nativos (Lizana, *et al.*, 2004). Estos sitios corresponden a los 2, 3 y 4, nombrados anteriormente pero cosechados en otro momento de la misma temporada y numéricamente presentan alguna diferencia entre los mismos.

Los piñones provenientes del sitio "A", de sólo araucarias, ubicado a 1400- 1600 m.s.n.m., presentaron un mejor rendimiento (relación semilla pelada/cáscara), son más claros y tienen una menor cantidad de amilosa con respecto a los piñones de los sitios "B" y "C" ubicados a 1200-1400 m.s.n.m. y acompañados de Ñirre y Lengua respectivamente. La mayor cantidad de proteína correspondió a los piñones del sitio "B". En porcentaje de humedad, almidón, fibras cruda y dietética no hay diferencias (Lizana, *et al.*, 2004).

**ALMACENAMIENTO DE PIÑONES**

Como los piñones de araucaria provienen de bosques silvestres, no de huertos establecidos, el material genético es heterogéneo, muy distinto al caso de otras semillas tipo nuez como almendras, nueces de nogal o pistacho.

No hay antecedentes fiables sobre el comportamiento y el deterioro de la calidad de piñones en postcosecha. Los pehuenches conservan los piñones en forma artesanal, ya sea confeccionando collares (menken) de piñones crudos y pelados (Figura III-6), los que son secados y ahumados o manteniéndolos en un hoyo de grandes dimensiones relleno de agua (pangwi) o en un hoyo con piedras calientes tapado con rejillas de caña y cubierto con tierra, pero hasta la fecha no hay una evaluación que permita indicar cual es el resultado de este manejo en cuanto a tiempo y cantidad de piñones conservados en buen estado (González y Valenzuela, 1979, citados por Caballero, 2003).



**Figura III-6. Collar de piñones crudos (menken)**

En forma natural, los piñones que no fueron recogidos, se conservan bajo la nieve durante el invierno hasta la primavera época en que serán colectados.

Los principales objetivos en la conservación del piñón, por ser una semilla, serán impedir la deshidratación y la proliferación de hongos para lograr así, la distribución del fruto durante un mayor período de tiempo aumentando las posibilidades de distribución y consumo.

Debido a la heterogeneidad del fruto una buena clasificación inicial desechando las semillas dañadas asegura una conservación prolongada (Figura III-7). La clasificación es fundamental para seleccionar y homogeneizar las semillas de manera de conseguir un comportamiento similar durante el almacenaje y mantener la calidad.



Figura III-7. Clasificación de piñones.

### CONDICIONES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

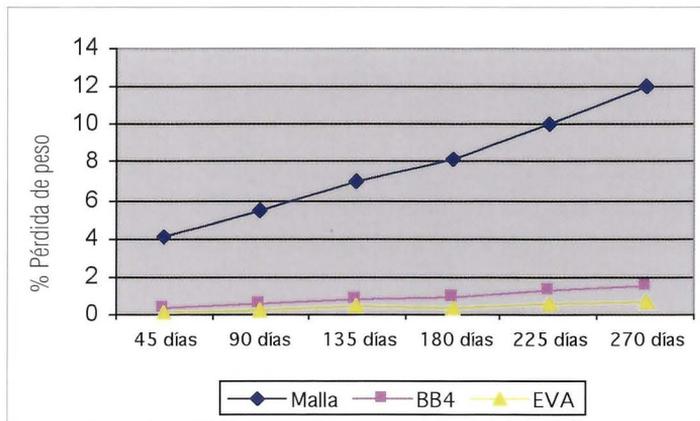
La conservación refrigerada de semillas en postcosecha es fundamental para disminuir el metabolismo de la semilla, la deshidratación y minimizar la proliferación de los hongos que puedan estar presentes.

El piñón, así como otras semillas, presenta una baja tasa respiratoria,  $0,0085 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  a  $4^\circ\text{C}$  y  $0,029 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  a  $25^\circ\text{C}$ , ello significa liberación de calor que hay que retirar, y lo mas pronto luego de la cosecha. Temperaturas de  $0^\circ\text{C}$  (Rojas, 1996; Estévez y Galletti, 1997) y  $4^\circ\text{C}$  (Galletti *et al.*, 2004) han dado buenos resultados para la conservación de piñones en almacenaje refrigerado.

La humedad ambiente durante la conservación refrigerada convencional es otro factor que hay que tomar en consideración para disminuir la deshidratación. Un ambiente con alta humedad relativa y baja temperatura creará las condiciones para que los piñones no pierdan agua y se deshidraten al lograr un equilibrio con el medio externo.

En la conservación de piñones se ha utilizado 0 °C con 65-85% HR (Estévez y Galletti, 1997) durante 6 meses y 4 °C con 80-90% (Galletti *et al.*, 2004) durante 3 meses perdiendo 3,5% y 4,7% de peso respectivamente. En la menor pérdida de peso presentada a los 6 meses con respecto a los 3, se ve la influencia de la temperatura de conservación de 0 °C vs la de 4 °C .

La utilización de películas plásticas, por otra parte, mantiene la humedad logrando una menor pérdida de peso al formar una barrera alrededor de las semillas. Utilizándolas en piñones, la pérdida de peso es sólo de 0,55% en 6 meses de conservación a diferencia de los piñones envasados en mallas los que pierden un 10% (Galletti, *et al.*, 2004) para perder finalmente un 12% en 9 meses (Figura III-8).



**Figura III-8. Pérdida de peso en piñones conservados en mallas y en dos tipos de películas plásticas (EVA y BB4)**

## MODIFICACIÓN DE LA ATMÓSFERA

La modificación de la atmósfera, o sea la alteración de las concentraciones normales de oxígeno (O<sub>2</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que rodea a los productos hortofrutícolas, es una práctica que complementa la refrigeración, siendo su función reducir el metabolismo prolongando la vida postcosecha al deprimir la tasa respiratoria.

La atmósfera que rodea un producto puede modificarse utilizando películas plásticas semi-permeables o usando atmósfera controlada, sistema este último en que se regula exactamente las concentraciones de gases que se desean utilizar.

Los polímeros de las películas plásticas además de modificar la atmósfera, como ya se ha mencionado, mantienen la humedad que rodea al producto disminuyendo la deshidratación.

En una experiencia realizada por Estévez y Galletti (1997), conservando piñones seis meses en atmósfera controlada con 10 o 20% de  $\text{CO}_2$  y 5% de  $\text{O}_2$ , estos mantuvieron los niveles de almidón similares a los de cosecha, 55 g/100g en base peso seco, mientras que el control presentó una disminución paulatina durante este período hasta 50 g/100g en base peso seco. El contenido de azúcares totales así como de azúcares reductores aumentó en todos los tratamientos, pero especialmente en el control. Similares resultados presentó Rojas, (1996), trabajando con piñones envasados en polietileno y cloruro de polivinilo, aún cuando la alteración de la atmósfera fue mínima (0,2 a 1,2% de  $\text{CO}_2$ ) y Rojas (2008) con piñones envasados con polímeros más restrictivos, BB4 (permeabilidad al  $\text{O}_2$  3-6 mL/  $\text{m}^2 \cdot 24$  h y al  $\text{CO}_2$  de 50-150 mL/  $\text{m}^2 \cdot 24$  h (1 atm y 5 °C) y EVA (permeabilidad al  $\text{O}_2$  3000 mL/  $\text{m}^2 \cdot 24$  h y al  $\text{CO}_2$  de 9.800 mL/  $\text{m}^2 \cdot 24$  h a 1 atm y 23 °C), con los que obtuvo 2 a 10% de  $\text{O}_2$  y más de 60 % y 0,03 % de  $\text{CO}_2$  respectivamente, ambos de Sealed Air Criovac.

## **EVOLUCIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DURANTE LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA**

La materia seca durante la conservación es del orden de 55%, y en general el comportamiento postcosecha de los parámetros químicos de los piñones es similar, independientemente si están envasados en mallas o en películas plásticas de permeabilidad selectiva.

En el parámetro en que sí hay diferencias según el envase utilizado es en la pérdida de peso del piñón, llegando a valores de 10% en los envasados en mallas, esta diferencia entre los resultados de materia seca y pérdida de peso se debería a que las cubiertas son las que se deshidratan protegiendo la semilla y manteniendo ésta su contenido de humedad constante.

Durante la conservación de piñones, semejante a lo reportado por Rojas (1996), al conservar piñones en mallas, bolsas BB4 y bolsas T, el almidón desciende hasta 50 g/100g, la amilosa con valores iniciales de 40 g/100g desciende a 10 g/100g, mientras el contenido de azúcar que, inicialmente es de 4,0 g/100g aumenta a 6 - 8, g/100g (Figuras III-9, III-10 y III-11).

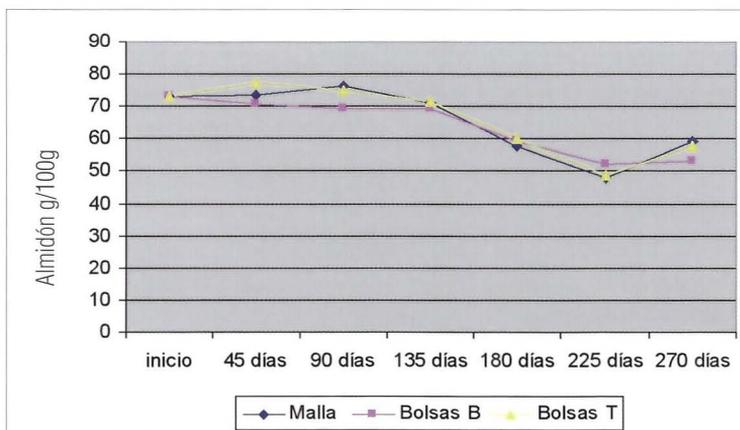


Figura III-9. Evolución de Almidón en piñones conservados en malla y en dos tipos de envases plásticos.

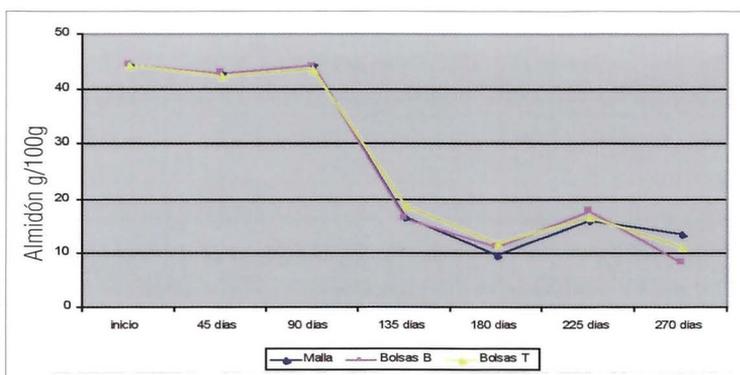


Figura III-10. Evolución de amilosa en piñones conservados en malla y en dos tipos de envases plásticos.

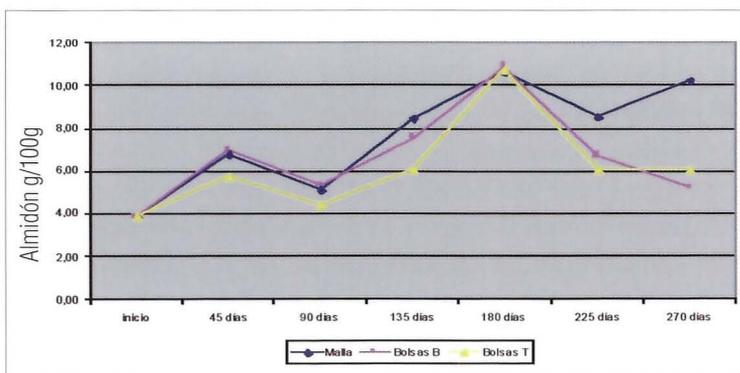


Figura III-11. Evolución de Azúcar en piñones conservados en malla y en dos tipos de envases plásticos.

El almidón empieza a disminuir a partir de los 90 días, lo mismo sucede con la amilosa que esta ubicada en la zona amorfa del almidón y es mas susceptible a la hidrólisis, con el consecuente aumento de los azúcares especialmente en los piñones conservados en malla.

Cabe hacer notar que con los piñones conservados hasta 270 días, utilizándolos como materia prima, se pueden fabricar productos como galletas, quequitos y bombones de excelente calidad.

### EVALUACIÓN SENSORIAL

En una investigación realizada el año 2005 (Rojas, 2008) la procedencia de los piñones influyó sólo en la aceptabilidad y no en parámetros como apariencia, aroma, textura, harinosidad y sabor.

A lo largo de la conservación los piñones envasados en películas más restrictivas a los gases tendieron a tener una mayor aceptación con respecto a los envasados en mallas, no obstante hay que cuidar que no se produzca anaerobiosis, con los aromas y sabores que va en detrimento de la aceptación (Figura III-12), no obstante hay que cuidar que no se produzca anaerobiosis, con los aromas y sabores que va en detrimento de la aceptación

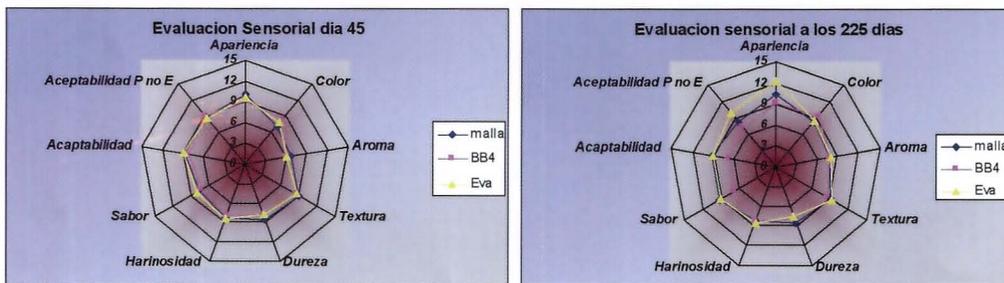
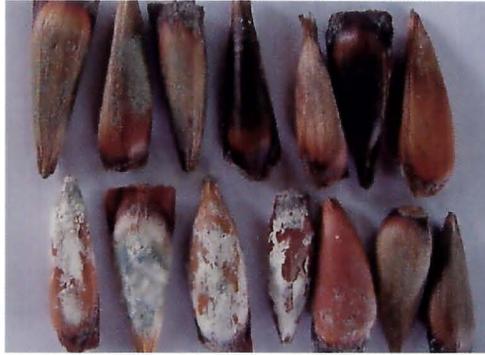


Figura III-12. Evaluación sensorial a los 45 y 225 días de conservación.

### HONGOS EN ALMACENAJE

En el almacenaje de piñones de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch, uno de los problemas más significativos es la pérdida producida por la contaminación por hongos (Figura III-13).

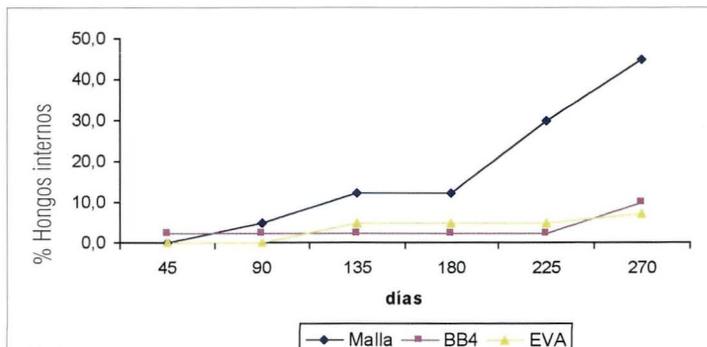


**Figura III-13. Hongos presentes en almacenamiento de piñones.**

Las bolsas de material plástico además de ser una barrera protectora contra la deshidratación, al alterar la atmósfera de gases que rodea al piñón pueden reducir el ataque de patógenos. Pero pueden crear un gran problema si las semillas ya están contaminadas, ya que la humedad que ellas guardan genera el ambiente ideal para la proliferación de hongos.

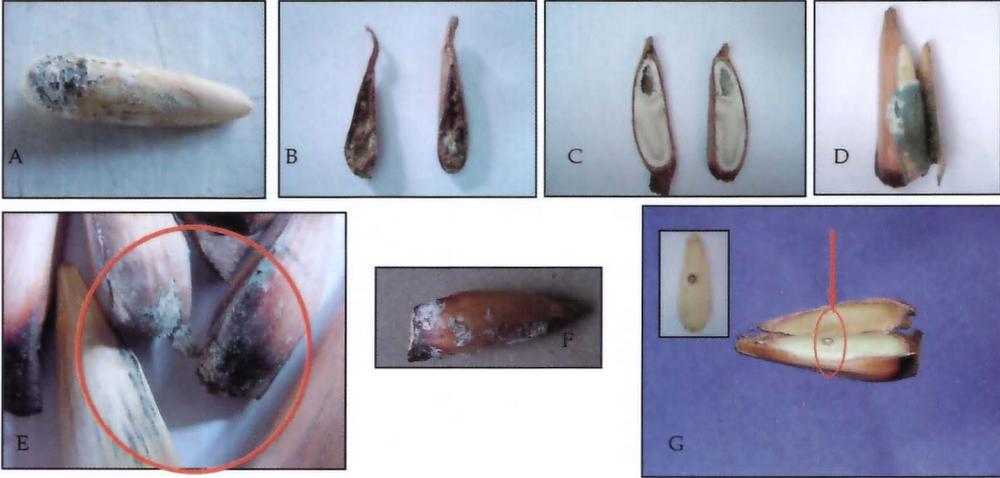
Cuando no se desinfectan los piñones previo al envasado se ha visto que, tanto los piñones envasados en malla así como los envasados en películas plásticas aumentan considerablemente el porcentaje de semillas infectadas a partir de los 135 días alcanzando valores cercanos a 40% a los 180 días de conservación.

Distinto es el caso cuando las semillas se desinfectan previo a su conservación, así Galletti *et al.*, (2006a) observaron un aumento de la presencia de hongos en los piñones envasados en mallas, especialmente a partir de los 135 días, alcanzando un 50% de pérdida a los 270 días de conservación, a diferencia de los piñones envasados en películas plásticas que presentaron sólo 7 a 10% de pérdida en igual período. Se presentó un efecto envase al generarse una atmósfera modificada con las películas plásticas BB4 y EVA, aumentando el contenido de dióxido de carbono y disminuyendo el de oxígeno siendo conveniente por lo tanto el uso de atmósferas modificadas en almacenajes prolongados de piñones (Figura III-14).



**Figura III-14. Presencia de hongos en distintos envases.**

Las especies detectadas principalmente fueron *Penicillium*, *Rhizopus* y en menor cantidad *Fusarium* y *Mucor* (Figura III-15).



**Figura III-15: A y B *Penicillium* (interno y externo). C *Mucor*. D y E *Fusarium* (interno y externo). F *Rhizopus* G Rotura que permite entrada de patógenos**

Ha sido posible observar también que piñones que externamente se ven sanos pueden estar contaminados en su interior lo que solo se aprecia una vez descascarados o después de cocidos (Figura III-16).



**Figura III-16. Piñones cocidos, procedentes de cubiertas externamente sanas, que presentan hongos en su interior.**

En piñones desinfectados mediante inmersión en agua con 200 ppm de hipoclorito de sodio durante 5 minutos y envasados en dos películas plásticas que generaron atmósferas de 4 a 5,7% de  $\text{CO}_2$  y de 16,0 a 14,4% de  $\text{O}_2$  en el primero y 2,8 de  $\text{CO}_2$  y 18,9 a 17,5 de  $\text{O}_2$  en el

---

segundo, sólo se detectó presencia de hongos externos, afectando la cubierta, a los 270 días de conservación a 4° C con un 3.82% y 5.82% de infección respectivamente. Estos porcentajes aumentaron a un 15% y 7,5% de hongos detectados al pelar las semillas.

## BIBLIOGRAFIA

CABALLERO, J. 2003. Utilización de semillas de *Araucaria araucana* por una comunidad pewenche de Lonquimay, IX Región. Memoria de Título. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 77 p.

DONOSO, C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. Ecología forestal. Editorial Universitaria. 490 p.

ESTÉVEZ, A.M. 1991. Proceso de deterioro de nueces en almacenaje. 159-169. In: Primer Curso Internacional de Postcosecha. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Dpto. producción Agrícola- Centro de Estudios de Postcosecha. 283 p.

ESTÉVEZ, A.M and L. GALLETTI. 1997. Postharvest storage of "Piñones" from *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch. under controlled atmosphere conditions. 185-189. In: Proceedings Volume 3: Fruits other than apples and pears. Postharvest Horticulture Series 17.

GALLETTI, L., LIZANA, L. A. y C. GÁLMEZ. 2004. Conservación de piñones. SIMIENTE (Chile) 74 (3-4):66

GALLETTI, L., GÁLMEZ C. y R. HERRERA. 2006a. Presencia de hongos en el almacenaje de piñones de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch. SIMIENTE (Chile) 76 (3-4):57-58

GALLETTI, L., GÁLMEZ C. y L. A. LIZANA. 2006b. Características físicas y químicas de piñones de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch en diferentes fechas de cosecha. SIMIENTE (Chile) 76 (3-4):58

LIZANA, A.; GALLETTI, L.; GÁLMEZ, C., ESCOBAR, B. y A. M ESTÉVEZ. 2004. Características físicas y químicas de piñones. In: XIII Seminario Latinoamericano y del Caribe. Ciencia y Tecnología de Alimentos. VII Jornadas Uruguayas. 12-16 Octubre. Montevideo, Uruguay

ROJAS, IGNACIO. 1996. Aplicación de atmósfera modificada en la conservación de piñones de *Araucaria araucana* ((Mol.) K Koch). Memoria de Título. Escuela de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 45 p

ROJAS, RODRIGO. 2008. Conservación postcosecha de piñones en envases de diferente permeabilidad. Memoria de Título. Escuela de Agronomía. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 45 p

RYALL, A.L and W.T. PENTZER. 1982. Handling, transportation and storage of fruit and vegetables. AVI Publishing Company Inc. Vol 2. 609 p

---

## CAPITULO IV

# Potencialidad agroindustrial del Piñón de *Araucaria Araucana* (Molina) K. Koch

*Berta Escobar Álvarez, Ana María Estévez Alliende*

### INTRODUCCIÓN

El piñón es la semilla de la especie *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch; que recibe, además otros nombres como, pehuén, guillios o ñiliu. Esta semilla es un producto de vital importancia en la vida, cultura y dieta de los pueblos mapuche-pehuenche y colonos que viven en la Cordillera de los Andes (Aagesen, 1998).

Es un alimento, que por la distribución de la araucaria, se encuentra básicamente en la IX Región, y especialmente en la Cordillera de los Andes. El piñón presenta una demanda instalada, que es variable de acuerdo a la producción cíclica de este fruto. Se vende a comerciantes ambulantes de distintas localidades, quienes lo distribuyen en supermercados y ferias. El piñón no solo se utiliza para la elaboración de comidas típicas pehuenches como: harina cruda y tostada, catuto o canuto (especie de pan), humita, chichoca y mudai (bebida fermentada), sino que también permite alimentar a los animales (caprinos, ovinos, bovinos, vacunos y porcinos) durante los fríos inviernos (Aagesen, 1998).

El piñón se recolecta principalmente en otoño en las zonas altas de la cordillera durante tres a cuatro semanas. Cada familia pehuenche destina alrededor de un 60% del piñón recolectado a la venta o trueque y el resto al consumo familiar; de este, se consume el 87% en los dos meses siguientes a la cosecha y el resto se guarda para el invierno. Por otra parte, la venta representa el 7,6% del ingreso anual de una familia pehuenche (Caballero, 2003).

Existen evidencias de que los pehuenches y colonos conservan piñones durante el invierno enterrados bajo la nieve por alrededor de 7 meses, pero no hay información sobre la calidad de las semillas luego de este tratamiento. Cuando se guardan a temperatura ambiente, las semillas duran entre uno y dos meses ya que se secan y endurecen.

El conocimiento de los piñones como alimento es bastante restringido en el país, limitándose principalmente a las comunidades indígenas del sur, lo que condiciona la posibilidad de utilizarlo racionalmente como una fuente de recursos en zonas marginales. En Argentina, en el sector de Junín de los Andes, se produce harina de piñón, alfajores y un licor de piñón, en el ámbito artesanal. En Chile existe una tendencia a desarrollar una gastronomía étnica o natural donde se utiliza el piñón.

## CARACTERÍSTICAS DE LAS SEMILLAS DE LA *ARAUCARIA ARAUCANA*

Las semillas o piñones son oblongas, cuneiformes de color castaño rojizo; miden entre 3,5 y 4,5 cm de longitud y entre 1,2 y 2,0 cm de ancho, con un peso de 3,5 a 3,8 g por semilla (Figura 1). Un kilo de semillas tiene entre 230 y 265 unidades. La semilla está formada por una cubierta externa coriácea o testa y por una fina cubierta interna de color rojizo llamada endopleura (tegumento). Al interior de ellas se encuentra el endosperma (gametofito femenino) de color blanco crema y al centro de éste, un embrión policotiledoneo, los que constituyen la parte comestible (Nielsen, 1963; Aagesen, 1998; Panza, *et al.*, 2002; Moreira-Souza y Bran, 2003).



**Figura IV-1 Semillas de *Araucaria araucana***

Al evaluar semillas de piñones se observa una gran variabilidad en sus características físicas y químicas, tanto entre árboles como entre los momentos de recolección. Las diferencias observadas en la composición química de los piñones se pueden deber a múltiples factores, tales como origen de las semillas, año de cosecha, lugar y período de recolección, estado de madurez al momento de la recolección, estado de nutrición de las plantas, entre otros. En el Cuadro 1 se presenta la composición química de semillas de piñones según diferentes autores.

**Cuadro IV-1. Composición química de piñones informada por diferentes autores (g/100 g bms).**

Autor	Proteína	Lípidos	Fibra Cruda	Cenizas	Hidratos de carbono	Almidón
1	7,0	1,6	2,2	3,2	86,2	-
2	10,5	2,4	1,8	2,9	82,4	71,4
3	5,3	-	-	-	70,2	60,3
4	10,5	2,6	4,8	2,8	79,5	71,3
5	9,6	2,3	4,7	2,3	81,0	-

<sup>1</sup>Cordero (2001); <sup>2</sup>Díaz (1997); <sup>3</sup>Fichet et al (1995); <sup>4</sup>Estévez, (1991); <sup>5</sup>Schmidt-Hebbel y Pennacchiotti (1990).

El piñón es una semilla de moderado aporte de proteínas y un buen contenido de hidratos de carbono; su contenido de lípidos y cenizas es bajo y el de fibra cruda, es mediano. El porcentaje de humedad a la cosecha es variable, entre 44,5 y 53,3 % (Schmidt-Hebbel y Pennacchiotti, 1990, Rojas, 1996, Lizana et al., 2004).

Entre los hidratos de carbono, destaca su contenido de almidón (entre 60,3 y 78,3 g/100g bms) y fibra dietética total (entre 23,3 y 26,9 g/100 bms), lo que la hace un alimento interesante ya que el almidón produce energía para los procesos metabólicos y la fibra dietética es importante para el buen funcionamiento del sistema digestivo y para prevenir el desarrollo de algunas enfermedades intestinales y cardíacas (se recomienda consumir de 20 a 35 g/día) (Gallaher y Schneeman, 2003; Lizana et al., 2004). Además tiene entre 3 y 13,2 g/100 g de azúcar (Rojas, 1996; Estévez y Galletti, 1997; Galletti et al., 2006).

La calidad de los frutos varía en el tiempo después de la cosecha por cambios en sus componentes químicos. Aumenta el contenido de azúcares, disminuye el contenido de almidón y cambia su estructura, pierde características sensoriales (sabor, textura) y se hace más difícil de digerir. Estos cambios afectan la calidad de los productos que se elaboran con piñones. Para mantener la calidad se debe contar con frutos bien conservados, de características homogéneas.

El uso del piñón es poco conocido por los habitantes urbanos del país por lo que la elaboración de productos a base de piñón permitiría abrir nuevas posibilidades de mercado. Sin embargo, los productos que se elaboren deben ser atractivos para los consumidores, de buena calidad, y agradables al paladar.

## **ELABORACIÓN DE PRODUCTOS**

### **Preparación de las materias primas**

Todo proceso agroindustrial que implica la transformación de materias primas, requiere de un acondicionamiento de éstas para obtener un producto que se adecue bien al proceso. Los equipos utilizados deben cumplir en forma eficiente, la eliminación de las partes no co-

mestibles; la limpieza o lavado de la materia prima; su sanitización microbiológica; la remoción de la cáscara o pelado; el corte de la materia prima en su forma final; y su estabilización para evitar posibles deterioros organolépticos (Carrasco, 1995).

Uno de las operaciones más demorosas y difíciles en la industrialización del piñón es la eliminación de la testa. Al respecto, Cordero (2001) estudió diferentes métodos de pelado en semillas de piñón teniendo en cuenta para su selección, el costo de la operación, el tiempo de pelado y la proporción de semillas sin defectos; en todos ellos, propone un ablandamiento y desprendimiento inicial de la testa, seguido de un pelado manual de la semilla. El autor propone como el mejor de ellos, al uso de vapor sobrecalentado. Para ello, los piñones se introducen en un esterilizador donde se aplica el vapor a 121° C a presión de 15 psi durante 2 minutos. Luego los piñones se mantienen en agua tibia mientras se realiza el pelado manual. En este tratamiento las semillas ganan un 3,8% de humedad y se obtiene un 97,0% de semillas peladas sin defectos. Otros tratamientos que también dan buenos resultados son el calentamiento, en un tambor de malla de acero inoxidable girando (30 rpm) sobre llama directa a una temperatura de contacto de 150° C, por 10 minutos obteniéndose un 98,0% de rendimiento de frutos sin defectos; la inmersión en agua a ebullición por 2 minutos (con un rendimiento de 96,4% de semillas en buenas condiciones); y el tostado en tostadora estática con llama directa en su pared externa, exponiendo las semillas por 1 minuto a 215° C, con lo que se obtiene un 93,1% de semillas sin defecto. En el pelado manual de semillas crudas, Galletti *et al.*, (2006) obtuvieron un rendimiento entre 70,9 y 82,9%.

### **Elaboración de harina de piñón**

Para la elaboración de harinas de piñones se pueden utilizar semillas crudas o cocidas. En el caso de usar semillas crudas, estas se seleccionan, se remueve la testa manualmente, se trozan en fracciones de aproximadamente 0,3 cm, se secan a 70° C hasta una humedad residual cercana a 8 % (aproximadamente 16 horas) y se muelen en molino de rodillos hasta granulometría de harina (150 mm) (Figura 2). En el caso de trabajar con semillas cocidas, antes del pelado se realiza una cocción a sobre presión (1,57 at) durante 30 minutos y se continúa con el proceso de la misma forma (Muñoz, 2008). Por otra parte, Haro (2004) preparó sémola de piñón, cociendo las semillas en agua a ebullición por 60 min, las peló manualmente, realizó una molienda en procesador Moulinex, las secó a 100°C por 30 min y el material lo molió nuevamente hasta granulometría de 500 mm.



**Figura IV-2. Harina precocida de piñones.**

**Características físicas de harinas de piñones.** Las harinas son productos pulverulentos que forman parte de los alimentos secos (máximo de 15% de humedad). En el caso de las harinas de piñón, la humedad fluctúa entre 6,5 y 9,0% y su actividad de agua, entre 0,582 y 0,617, lo que garantiza una buena conservación desde el punto de vista de desarrollo de hongos. Las harinas crudas tienen mayor luminosidad ( $L^*$  cercana al blanco) que las precocidas que son más oscuras probablemente por el aumento de la opacidad producida por la retrogradación del almidón ocurrida luego de la cocción; en cuanto la participación del rojo ( $a^*$ ), en ambas harinas es baja, siendo algo superior en el caso de las harinas cocidas posiblemente causada por la migración de taninos de la testa al endosperma durante la cocción; la participación del color amarillo ( $b^*$ ) es superior en la harina precocida (Cuadro 2). En términos globales las harinas crudas son de color crema suave y las precocidas, de color tostado claro.

**Cuadro IV-2. Características físicas de harinas crudas y precocidas de piñones.**

Característica	Harina cruda	Harina precocida
Humedad (%)	9,0	6,5
Actividad de agua	0,617	0,582
Parámetros de color		
$L^*$	84,0	80,5
$a^*$	1,3	2,0
$b^*$	13,9	18,4

*Muñoz, 2008.*

**Composición química de harinas de piñones.** Las harinas se caracterizan por contener sustancias amiláceas como componente dominante, acompañado o no por otros nutrientes tales como proteínas, grasa, azúcares y otros. Las harinas de piñones tienen composición

química variable dependiendo de factores propios de la especie y de factores ambientales, destacándose un alto contenido de hidratos de carbono y de fibra cruda y un moderado contenido de proteínas comparado con la harina de trigo. En el Cuadro 3 se presenta la composición química de harinas de piñones crudas y precocidas obtenidas por dos autores. Las diferencias observadas en la composición de las harinas de los dos autores se pueden deber a la variación propia de la diferente región y año de recolección. Ambos autores encontraron un aumento en el contenido relativo de proteínas con la cocción, lo que puede deberse a la pérdida de algunos compuestos solubles durante ella.

**Cuadro IV-3. Composición química comparativa de harinas de piñón en dos condiciones (g/100g bms).**

Componente	Harina <sup>1</sup> cruda	Harina <sup>1</sup> precocida	Harina <sup>2</sup> cruda	Harina <sup>2</sup> precocida
Proteína*	6,7	7,3	11,8	14,1
Lípidos	2,4	2,4	3,4	3,7
Fibra Cruda	5,4	5,7	2,2	2,3
Cenizas	2,0	1,7	3,4	3,8
Hidratos de carbono**	83,5	82,9	79,2	76,1

<sup>1</sup>Muñoz,, 2008; <sup>2</sup>Haro, 2004; \*N x 6,25; \*\* por diferencia.

**Características tecnológicas de las harinas.** La evaluación de las propiedades tecnológicas de una harina permite conocer su comportamiento al dosificarla y envasarla y en relación al agua que podrá retener en la formación de masas. Entre ellas, están las propiedades asociadas a la fluidez que tienen gran importancia en la alimentación de las harinas a las operaciones en las que se utilizan y que están influidas por la composición química de la harina y por su tamaño de partícula; y las propiedades asociadas con la hidratación y absorción de aceite que dependen del tamaño de partícula, pH, temperatura y fuerza iónica.

En el Cuadro IV-4 se presentan las propiedades de flujo de las harinas de piñones crudos y cocidos elaborada en una investigación realizada con semillas recolectadas en la localidad de Lonquimay, IX región.

**Cuadro IV-4. Propiedades asociadas a la fluidez de harinas de piñón cruda y precocida.**

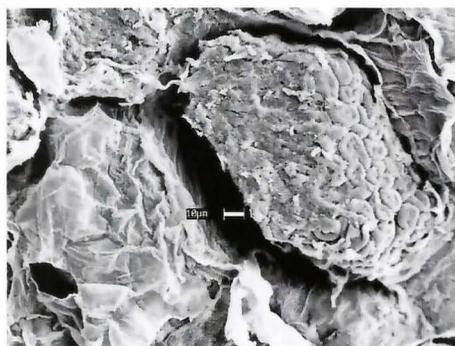
Característica	Harina cruda	Harina precocida
Densidad aparente (g/ml)	0,48	0,63
Densidad de asentamiento (g/ml)	0,55	0,68
Tiempo de vaciado (s)	34,57	2,92
Velocidad de vaciado (g/cm <sup>2</sup> s)	0,69	7,59
Angulo de reposo (°)	39,98	27,58

Fuente: Muñoz, 2008.

De acuerdo a los resultados de dicha investigación, la densidad aparente de las harinas aumenta con la cocción de los piñones y es superior a la obtenida por Bernuy (2003) en harina de vaina de algarrobo. En el caso de harina precocida, el valor obtenido es superior a los obtenidos por Kaur y Singh (2005) en harina de garbanzo, lo cual se puede deber al mayor contenido de almidón en la harina de piñón. La densidad de asentamiento aumenta por la agitación de las harinas, lo que es importante de tener en consideración en el envasado de los productos. Se observó una disminución considerable del tiempo de vaciado con la precocción y también una disminución en el ángulo de reposo, el que se acerca a los valores aconsejados (30°) para tener una fluidez adecuada (Larrauri *et al.*, 1995).

En el Cuadro IV-5 se presentan las propiedades asociadas a la hidratación de las harinas de piñón, encontradas en la investigación realizada con semillas provenientes de Lonquimay, IX región.

La retención de agua en una harina está influida por la naturaleza de las macromoléculas de su matriz y por la forma como se liga el agua a ellas. En especial, es mayor cuando existen compuestos hidrofílicos tales como polisacáridos. Con la precocción de las harinas de piñón aumenta el índice de absorción de agua, el hinchamiento y la capacidad de retención de agua, lo que se puede atribuir a la gelatinización del almidón que ocurre durante la precocción, como puede observarse en la Figura IV-3. Los valores obtenidos de absorción de agua para las harinas de piñón (Cuadro IV-5) son superiores a los informados por Kaur y Singh (2005) para harinas de garbanzo y semejantes a los obtenidos por de Witt (1991) en mezclas extruidas de cereales y lupino. En el caso de la solubilidad en agua, estos valores fueron inferiores a los de informados por Kaur y Singh (2005) en harinas que tenía un mayor contenido de proteínas y por de Witt (1991), en los que el proceso de extrusión aumenta la dextrinización y por tanto la solubilidad. En cuanto al hinchamiento, los valores obtenidos son muy inferiores a los obtenidos por Bernuy (2003) que trabajó con un producto con mucho mayor contenido de fibra, como es la harina de vaina de algarrobo.



**Figura IV-3 Almidón gelatinizado de piñones.**

Cuadro IV-5. Propiedades asociadas a la hidratación de harinas de piñón cruda y precocida.

Característica	Harina cruda	Harina precocida
Índice de solubilidad en agua (g/100g ms)	15,36	11,84
Índice de absorción de agua (g gel/g ms)	2,16	4,29
Hinchamiento (ml/g ms)	2,90	3,58
Capacidad de retención de agua (g/g ms)	1,96	3,72
Capacidad de absorción de aceite (g/g ms)	1,26	1,13
Concentración mínima de gelificación (%)	6	6
Estabilidad de la espuma (%)	63,66	62,3

Fuente: Muñoz, 2008.

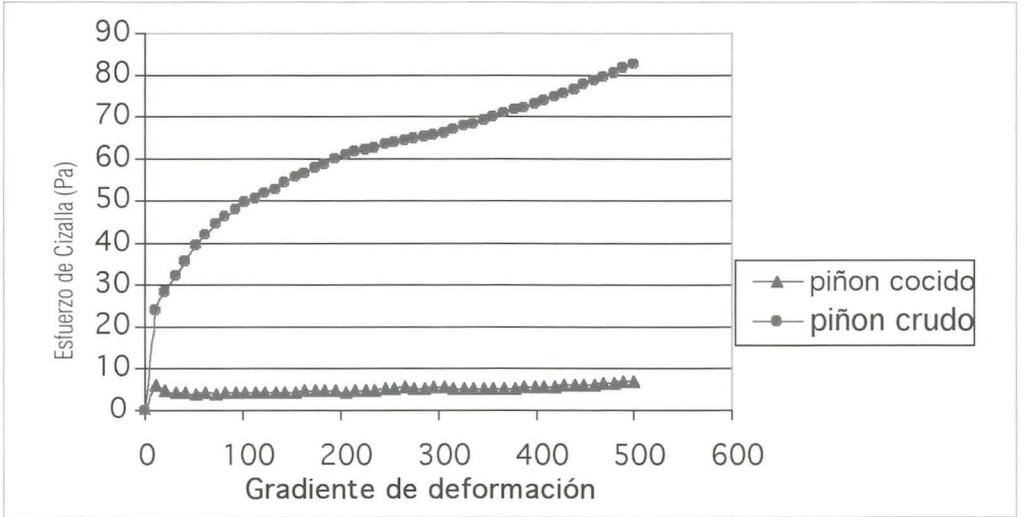
La gelificación de las harinas está determinada por la competencia física por el agua, entre la gelificación de las proteínas y la gelatinización del almidón. La gelificación en harinas con alto contenido de polisacáridos y proteínas, implica la formación de complejos proteínas-polisacáridos. La concentración mínima de gelificación en harina de piñón cruda y precocida (Cuadro 5) no tuvo diferencias en ambos tipos, lo que es predecible ya que ésta se produce luego del calentamiento de las harinas. Los valores obtenidos son mucho más bajos que el en el caso de harina de garbanzo (10%) (Kaur y Singh, 2005), lo que se debería a la mayor concentración de almidón en la harina de piñón, que se gelatiniza y luego gelifica.

La absorción de aceite de las harinas depende de la composición de las proteínas y el almidón. Las proteínas hidrofóbicas presentan mayor enlazamiento con los lípidos, causados por el enlace de las cadenas laterales no polares de aminoácidos con las cadenas no reactivas de los lípidos. Por otra parte, la amilosa puede formar complejos estables con los lípidos. Los valores para absorción de aceite, son muy similares en las harinas de piñón crudas y precocidas, con una leve disminución en estas últimas (Cuadro 5).

La estabilidad de la espuma depende de la capacidad de la película formada alrededor de las burbujas de aire, de permanecer intacta, por lo cual se forman espumas estables, sólo cuando hay solutos altamente tensoactivos. La interacción entre proteína-proteína aumenta la viscosidad y facilita la formación de una película proteica multicapa en la interfase de la espuma, que ofrece resistencia a la coalescencia de las burbujas. La espuma formada por las harinas de piñón crudas y precocidas fue muy estable, manteniéndose los valores por dos horas (Cuadro 5). Sin embargo, los valores fueron menores a los obtenidos por Kaur y Singh (2005), debido probablemente a su menor contenido de proteínas.

**Características reológicas de harinas de piñones.** La reología se preocupa de la deformación y flujo de la materia cuando se le aplica una fuerza tangencial. El conocimiento adecua-

do de las propiedades reológicas de los alimentos es importante en el diseño de procesos y equipos, en la evaluación sensorial, conocimiento de la estructura y en el control de calidad de los alimentos. La amplia variación de la estructura de los alimentos produce una variedad de estados, sólido, líquido y semi-sólidos, dentro de los cuales existen diferentes comportamientos que dependen de las condiciones aplicadas y que se ajustan a distintos modelos.



**Figura IV-4. Curva de flujo de suspensiones al 6% de harinas de piñones crudos y cocidos**

Desde un punto de vista reológico, las suspensiones de harina de piñones elaboradas en la investigación realizada con semillas provenientes de Lonquimay, IX región tuvieron un comportamiento diferente, dependiendo si estaban precocidas o no (Figura IV-4). Las preparadas con harinas crudas se ajustaron al modelo matemático de Herschel-Bulkley con coeficientes de correlación del orden de 0,992 lo que confirma el buen ajuste de los datos de estas suspensiones al modelo citado, correspondiendo a un fluido no Newtoniano independiente del tiempo, de tipo pseudoplástico con umbral de fluencia. Esto significa que al aumentar el gradiente de deformación (velocidad de la aguja) aumenta la fuerza de cizalla, se rompe la estructura interna del fluido, generándose un aumento del flujo de la suspensión. Es necesario tener en consideración este comportamiento cuando se use la harina en alimentos que serán sometidos a agitación, ya que con ella perderá viscosidad.

En el caso de las harinas precocidas, se observa un comportamiento que se asemeja al Newtoniano. Este se puede deber a que el almidón se ya había gelatinizado previamente y al momento de hacer las suspensiones, probablemente había sufrido retrogradación. El aumento en el gradiente de deformación, no tiene un impacto muy importante en el esfuerzo de cizalla que se mantiene sin variaciones. La estructura interna, creada durante la retrogradación, no se ve afectada por el aumento de esfuerzo de corte y el flujo no aumenta. Este

tipo de harina es más útil cuando se requiere que la viscosidad del producto se mantenga cuando se le aplique una fuerza mecánica.

### **Elaboración de pastas de harina de piñón y miel**

Se realizó una investigación para la elaboración de pastas untables de piñón y miel. Para ello, se trabajó con sémola de piñones precocida (granulometría de alrededor de 500  $\mu$ m) en niveles entre 34 y 36% mezclándola con miel de abejas tipo crema hasta lograr un producto de textura homogénea. El producto tiene un pH de 4,8 y acidez de 37,8 meq/kg; su color es pardo con matices rojos y amarillos, con valores de  $L^*$  de 39,2;  $a^*$  de 12,6 y  $b^*$  de 17,4. Su actividad de agua ( $A_w$ ) es de 0,76 debido a su bajo contenido de humedad y alto contenido de azúcar. La humedad de la pasta es de 29,6%, su contenido de proteína es 1,6 g/100 g de pasta; de lípidos de 0,22 g/100 g de pasta y cenizas 0,4 g/100 g de pasta; el contenido de hidratos de carbono es 68,2 g/100 g de pasta, con un aporte calórico de 299,8 Kcal/100g. Desde un punto de vista sensorial, las pastas tienen color, textura, sabor y untabilidad adecuadas, baja acidez y buena apariencia general y aceptabilidad equivalente a "me gusta moderadamente" (Haro, 2004).

La pasta se puede almacenar por 10 semanas a 10° C, con una leve disminución en el pH (de 4,8 a 4,6), y un aumento en la acidez (a 54,3 meq/kg); disminuye levemente la luminosidad ( $L^* = 30,5$ ), la contribución del color rojo ( $a^* = 9,7$ ) y del amarillo ( $b^* = 14,4$ ), por lo tanto se aprecia como más oscura. Se mantiene su aceptabilidad, color, sabor, acidez, untabilidad y apariencia pero aumenta su arenosidad causada por la cristalización de los azúcares presentes (Haro, 2004).

### **Elaboración de Galletas**

En una investigación realizada para evaluar la elaboración de galletas de trigo, avena y piñón, se estudiaron tres niveles de reemplazo de harina de trigo, 20, 25 y 30% por harina de piñón cocido de granulometría fina (menor a 200  $\mu$ m). Según los valores de aceptabilidad, el nivel recomendable de reemplazo de harina de trigo por harina de piñón es de 25%. Para la elaboración de las galletas se mezclan los ingredientes secos (harina de trigo-45%, harina de avena-30%, harina de piñón-25%, azúcar y agentes leudantes), luego se incorporan huevos enteros batidos, margarina y la leche fluida (con sal disuelta). La mezcla se homogeniza en batidora, se lamina hasta un espesor de 0,5 cm, se corta con moldes circulares y se hornea a 180° C por 15 min.; las galletas se envasan luego de enfriadas.

Comparando las galletas con harina de piñones cocido, provenientes de la localidad de Lonquimay (IX región), con las elaboradas sólo con harina de trigo y avena, no presentan diferencias en el diámetro ni en el espesor que fluctúan entre 5,0 y 5,3 cm y entre 0,7 y 0,8 cm, respectivamente; sin embargo, el peso y la humedad son mayores en las que tienen

harina de piñón fluctuando entre 6,5 y 7,7 g por unidad y 2,9 y 3,3 %, respectivamente. Esto se puede atribuir al mayor contenido de fibra dietética de las galletas con harina de piñón (Cuadro IV-6).



**Figura IV-5. Galletas elaboradas con harina de piñón cocida.**

En relación al color, la luminosidad ( $L^*$ ), de las galletas de harina de trigo y avena es de 66,5 y la de las galletas con incorporación de harina de piñón es 65,7 lo que significa que son muy semejantes en cuanto a este parámetro, indicando un color claro, normal para galletas (Figura IV-5); estos valores concuerdan con la apreciación sensorial de ellas (Cuadro IV-7). En el caso del parámetro  $a^*$ , las galletas sin harina de piñón tienen un valor de 7,1 y en las con ella, es de 7,9, lo que indica que en ambos casos existe una contribución del color rojo; por otra parte la contribución del amarillo ( $b^*$ ) es alta en ambos tipos de galletas con valores de 30,9 y 32,4, respectivamente. Los valores indicados están dentro de los rangos informados por Fontanot (1999) en galletas elaboradas con incorporación de harina de nopal.

La humedad de las galletas fluctúa entre 2,5% para las elaboradas sólo con harina de trigo y avena y 2,7% para las que tienen harina de piñón; la actividad de agua está entre 0,46 y 0,50, estos valores son levemente superiores a los obtenidos por Fontanot (1999). Ambas características se mantienen sin cambios después de un mes de conservación.

El contenido de los principales componentes químicos de las galletas se mantiene sin variación al incorporar harina de piñón en reemplazo de un 25% de la harina de trigo. (Cuadro IV-6). Es importante destacar que hay un aumento de alrededor de un 15 % en el contenido de fibra dietética total, la cual corresponde mayoritariamente a fibra dietética insoluble (76,5%). El almidón resistente a la digestión disminuye levemente en las galletas con harina de piñón. En cuanto a los minerales, una porción (25 g) de galleta testigo (sin harina de piñón) aporta el 6,5% de los requerimientos diarios de calcio y el 4,6% de los requerimientos diarios de hierro de una mujer (el doble de los de un hombre). En el caso de las galletas con

25% de harina de piñón cocido, el aporte de calcio es de un 5% y el de hierro de 4,4% de los requerimientos diarios. El contenido de proteínas y lípidos es similar a los obtenidos por Fuentes (1998) en galletas con adición de harina de cotiledón de algarrobo, por Fontanot (1999) en galletas con harina de nopal y al de las galletas comerciales.

**Cuadro IV-6. Composición química de galletas elaboradas con 25% de harina de piñón cocido y de galletas de trigo y avena.**

Parámetros (g/100 g bms)	G. Trigo y Avena	G. Trigo, avena y piñón
Proteínas	6,9*	6,9
Lípidos	12,7	12,7
Fibra cruda	1,7	0,7
Cenizas	2,7	2,3
Hidratos de carbono*	76,0	77,4
Almidón resistente	8,8	8,3
Fibra dietética insoluble	11,8	14,0
Fibra dietética soluble	4,1	4,3
Fibra dietética total	15,9	18,3
Aporte calórico (Kcal/100 g)**	347,1	345,1
Calcio (g/100 g)	0,26	0,20
Hierro (mg/100 g)	3,7	3,5

\* por diferencia; \*\* cálculo por coeficientes Atwater.

El reemplazo de parte de la harina de trigo por harina de piñón cocido en las galletas recién elaboradas, no tiene un impacto negativo en la mayoría de sus atributos sensoriales; mejora levemente la apariencia, el color, la crocancia y se mantiene la aceptabilidad la que cae en el rango de “me gusta medianamente” (Cuadro IV-7), valores semejantes a los reportados por Fuentes (1998) al usar 20 % de harina de cotiledón de algarrobo en reemplazo de la harina de trigo. Al incorporar harina de piñón en la elaboración de galletas, aumentan levemente los componentes de aceptación y rechazo, disminuyendo la indiferencia. Es importante destacar que el componente de rechazo en la aceptabilidad global, es bajo.

La calidad y aceptabilidad sensorial de las galletas se mantienen sin cambios importantes luego de un mes de almacenamiento (Cuadro IV-7), comportamiento similar al informado por Fontanot (1999).

**Cuadro IV-7. Calidad y aceptabilidad sensorial de galletas con 25% harina de piñón recién elaboradas<sup>1</sup> y después de 30 días de conservación<sup>2</sup> comparadas con galletas de trigo y avena.**

Atributos (1-15 puntos)	G. Trigo y Avena <sup>1</sup>	G. Trigo, avena y piñón <sup>1</sup>	G. Trigo y Avena <sup>2</sup>	G. Trigo, avena y piñón <sup>2</sup>
Apariencia	8,6	9,1	10,4	10,4
Color	7,2	8,2	7,7	8,1
Aroma	6,7	6,9	7,1	6,9
Dureza	9,5	8,2	9,8	8,8
Crocancia	10,7	11,0	10,8	9,6
Textura	9,3	9,7	9,8	10,5
Dulzor	7,7	7,7	7,9	8,2
Sabor	8,0	8,0	7,9	8,5
Aceptabilidad	10,4	10,4	10,5	11,0
Rechazo (%)	6,3	7,9	-	-
Indiferencia (%)	15,6	11,7	-	-
Aceptación (%)	78,1	80,4	-	-

Los resultados encontrados permiten indicar que las galletas elaboradas con 25% de harina de piñón cocido en reemplazo de la harina de trigo, tienen un importante aumento en el contenido de fibra dietética total, un buen contenido de proteína, y una alta calidad y aceptabilidad sensorial, características que se mantienen durante al menos por 1 mes de conservación.

### **Galletas elaboradas con harina de piñón conservados postcosecha**

En una investigación realizada para evaluar la calidad de piñones conservados postcosecha, se elaboraron harinas precocidas de semillas envasadas en bolsas BB4 (Cryovac®) o T7325 (Cryovac®) almacenadas por 9 meses a 4 °C y se elaboraron galletas incorporando 25% de harina de piñón. La composición química de las galletas elaboradas con harina de piñones conservados en bolsas BB4 (las de mayor aceptabilidad sensorial) no muestra variaciones en el tiempo, lo cual indicaría que la harina obtenida de piñones conservados mantiene su composición (Cuadro IV-8).

**Cuadro IV-8. Composición química de galletas elaboradas con 25% de harina precocida de piñones conservados en bolsas BB4 hasta por 270 días.**

Parámetros (g/100 g bms)	45 días	135 días	270 días
Proteínas	6,5	6,7	8,6
Lípidos	12,8	12,5	12,3
Fibra cruda	0,8	0,5	0,3
Cenizas	2,4	2,4	2,3
Hidratos de carbono*	77,5	77,9	77,2
Fibra dietética total	17,9	18,0	15,0

\* por diferencia.

Al utilizar piñones conservados en bolsas BB4, el color de las galletas recién elaboradas varía a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento; el parámetro L\* aumenta de 65,7 a 70,1; el a\* disminuye de 7,9 a 3,7 y el b\* de 32,4 a 29,9. Esto significa que el color es algo más claro, menos rojo y con menor participación de amarillo, lo que también se aprecia en la evaluación sensorial (Cuadros IV-7 y IV-9). En cambio, las características físicas de las galletas, como peso, diámetro y altura, se mantienen sin variación.

Como se aprecia en el Cuadro IV-9, cuando las galletas elaboradas con harina de piñones almacenados por 9 meses en bolsas BB4 se conservan por 1 mes, su apariencia, dulzor y aceptabilidad se mantienen ("me gusta algo"). Sin embargo, aumenta su color, dureza, crocancia, textura y sabor. Al comparar las galletas elaboradas con harina proveniente de piñones almacenados con las galletas elaboradas con harina de piñones recién recolectados (Cuadro IV-7), se observa que disminuye su apariencia (de 9,1 a 8,6) lo que puede estar influido por la disminución en el color (de 8,2 a 5,8). La dureza, crocancia y textura de las galletas baja a "regular"; por su parte, el dulzor y el sabor no muestran variaciones y la aceptabilidad disminuye levemente. Por otro lado, el componente de aceptación disminuye levemente y aumentan los componentes de rechazo e indiferencia de la aceptabilidad global. Al conservar las galletas por un mes, hay un aumento mayor del rechazo e indiferencia y mayor disminución de la aceptación (hasta 75%).

Cuando las galletas conservadas por 1 mes (Cuadro IV-9) se comparan con las elaboradas con harina de piñones recién recolectados y conservadas por ese mismo período (Cuadro IV-7), se observa que la apariencia y el color también disminuyen en forma importante. La disminución en dureza, crocancia y textura es menor que la observada en las galletas recién elaboradas, lo que se puede deber al endurecimiento que ocurre normalmente en las galletas. El dulzor y sabor se mantienen prácticamente sin variación. La disminución en los parámetros de calidad se ve reflejada en una disminución de la aceptabilidad de 11,0 a 9,0 ("me gusta algo").

**Cuadro IV-9. Calidad y aceptabilidad sensorial de galletas con harina precocida de piñones conservados durante 9 meses, recién elaboradas y después de 1 mes de conservación.**

Atributos (1-15 puntos)	G. recién elaboradas	G. conservadas por 30 días
Apariencia	8,6	8,7
Color	5,8	6,6
Aroma	5,8	7,0
Dureza	7,9	8,3
Crocancia	7,7	8,9
Textura	8,4	8,9
Dulzor	7,9	7,7
Sabor	7,8	8,5
Aceptabilidad	9,4	9,0
Rechazo (%)	9,7	11,1
Indiferencia (%)	11,1	13,9
Aceptación (%)	79,2	75,0

De la información obtenida, se puede concluir que para la elaboración de galletas, se puede utilizar harina precocida de piñones conservados hasta 9 meses en bolsas BB4, sin tener cambios importantes en las características físicas, químicas y sensoriales de las galletas, las cuales se pueden conservar por un mes sin variaciones en su calidad.

### **Elaboración de bombones**

En la investigación realizada con piñones provenientes de Lonquimay, IX región se preparó harina gruesa tipo "grits" de piñones cocidos con la cual se elaboraron bombones de piñón recubiertos de chocolate semi-amargo (Figura IV-6).



**Figura IV-6. Grits de piñones precocidos**

Para la elaboración de los bombones, la harina se mezcla por 5 minutos con almíbar de sacarosa de 75 °B en una relación de 23 mL/100g de harina. Se obtiene, de esta manera, una masa de textura homogénea que se puede moldear. Se forman esferas de 2,5 cm de diámetro, las que se envuelven en trozos de osnaburgo desgrasado como se observa en la Figura IV-7. Las esferas formadas se sumergen en almíbar de sacarosa de la misma concentración, a temperatura ambiente. Se dejan ebulir por 5 min y se dejan reposar en el almíbar por 5 días para permitir su impregnación. Transcurrido ese tiempo, las esferas se dejan escurrir para eliminar el exceso de almíbar, se retira la gasa y se pueden recubrir con chocolate semi-amargo (aproximadamente 2 mm de espesor) para mejorar sus características sensoriales (Figura IV-8).



**Figura IV-7. Bombones terminados con cobertura de chocolate**

Los bombones sin cobertura de chocolate tienen una actividad de agua de alrededor de 0,795, humedad de 23,7% y azúcares totales 43,3 g/100g. Su contenido de proteínas es 3,6 g/100g, de lípidos 7,7 g/100g; de cenizas 0,7 g/100g y de fibra cruda 1,2 g/100g. Su aporte calórico es cercano a 336 Kcal/100g.

La apariencia, el sabor, el aroma, el dulzor, la disgregación y la aceptabilidad de los bombones se mantienen al ser conservados por 15 días en condiciones de refrigeración. La aceptabilidad se considera como “me gusta algo”, lo que se puede deber a que el bombón se disgrega parcialmente al mascararlo; a pesar de que el componente de aceptación se mantiene sin variación, aumenta en forma importante el componente de rechazo y disminuye el componente de indiferencia en la aceptabilidad global. Por otra parte, el color se oscurece y la textura disminuye levemente (Cuadro IV-10).

**Cuadro IV-10. Calidad y aceptabilidad sensorial de bombones elaborados con harina de piñones cocidos.**

Atributos (1-15 puntos)	B. recién elaborados	B. conservados por 15 días
Apariencia	10,0	10,0
Color	9,2	9,8
Aroma	8,6	8,9
Dureza	-	8,5
Textura	8,1	7,2
Dulzor	8,4	8,0
Sabor	8,2	8,1
Disgregación	8,7	9,2
Aceptabilidad	9,2	9,2
Rechazo (%)	11,4	25,0
Indiferencia (%)	18,2	4,1
Aceptación (%)	70,5	70,9

En bombones elaborados con harina precocida obtenida de piñones conservados por 9 meses en bolsas BB4, tanto en los recién elaborados como en los conservados durante 15 días, disminuye la actividad de agua (0,75), disminuye su textura, el dulzor y la disgregación; esto puede deberse a una pérdida en la capacidad de retención de agua de la harina; sin embargo, la conservación de los piñones no afecta la aceptabilidad de los bombones (Cuadros IV-10 y IV-11).

Cuando los bombones se conservan por 15 días aumenta su dureza y disminuye la textura, el sabor y la disgregación. Esto puede deberse a la retrogradación del almidón que ocurre a bajas temperaturas (Ikeda, *et al.*, 2001). Estos cambios se ven reflejados en la disminución de la aceptabilidad de los bombones que cae en "me es indiferente"; al cabo de ese tiempo, la aceptación baja drásticamente y aumenta significativamente el rechazo de los bombones.

**Cuadro IV-11. Calidad y aceptabilidad sensorial de bombones elaborados con harina de piñones cocidos conservados por 270 días.**

Atributos (1-15 puntos)	B. recién elaborados	B. conservados por 15 días
Apariencia	10,5	10,1
Color	9,2	9,5
Aroma	8,3	8,6
Dureza	8,5	10,3
Textura	7,7	6,1
Dulzor	7,6	7,9
Sabor	8,5	7,4
Disgregación	7,1	6,2
Aceptabilidad	9,5	7,6
Rechazo (%)	8,3	66,7
Indiferencia (%)	4,2	0,0
Aceptación (%)	83,3	33,3

La elaboración de bombones con harina de piñón cocido, impregnada de almíbar de sacarosa y con cobertura de chocolate es una buena alternativa de industrialización para los piñones, los que conservan sus características sensoriales por quince días, en condiciones de refrigeración. Cuando se trabaja con piñones almacenados por 9 meses, la capacidad de conservación de los bombones en refrigeración baja considerablemente y su calidad disminuye más rápidamente que cuando se trabaja con piñones recién recolectados.



**Figura IV-8. Esferas envueltas para ser sumergidas en almíbar**

#### **Elaboración de queques o “muffins”**

Otra alternativa de uso de la harina de piñón cruda o cocida es la elaboración de queques individuales o “muffins”. Para su elaboración, se reemplaza un 40% de la harina de trigo por harina de piñón cruda o cocida, se usa azúcar (96%), margarina (25%), almidón de maíz (12%), leche fluida (77%), huevo (32%) y otros ingredientes menores (sal y agentes leudantes).

Los queques tienen humedad entre 22,6% y 25,7% y actividad de agua entre 0,84 y 0,88, valores que son muy similares a los obtenidos por Véliz (1998) en queques individuales elaborados 40% de harina de quínoa; estos valores no permiten su conservación a temperatura ambiente, por lo que es necesario la adición de un preservante como propionato de calcio. La textura, medida como resistencia a la presión, es mayor en los queques sin harina de piñón, la cual disminuye levemente al incorporar harina precocida de piñón y en forma considerable, al utilizar harina cruda de piñón (Cuadro IV-12). Este comportamiento es inverso al obtenido por Véliz (1998) que observó un endurecimiento de los queques al incorporar harina de quínoa.

**Cuadro IV-12. Características físicas de queques elaborados con 40% de harinas de piñón crudo o cocido comparado con queques de harina de trigo.**

Parámetros	Q/Harina de trigo	Q/Harina cruda de piñón	Q/Harina precocida de piñón
Humedad (%)	22,6	25,7	24,9
Actividad de agua	0,84	0,88	0,86
Textura (lb/pulg2)*	1,8	0,7	1,3

\* medido con émbolo de 7/16

La incorporación de harina de piñón en la elaboración de "muffins" disminuye el contenido de proteínas, aumenta el contenido de lípidos, y de fibra cruda, debido al alto nivel de incorporación utilizado (Cuadro IV-13), ya que la harina de piñón tiene mucho mayor contenido de lípidos y de fibra cruda que la harina de trigo (alrededor de 3 y 8 veces superior, respectivamente). El aporte calórico de los queques no aumenta significativamente al agregar harina de piñón en la formulación. Al comparar la composición química de "muffins" elaborados con harina de piñón con los elaborados con harina de quínoa, se observa que los contenidos en proteínas y en lípidos son bastante menores a los logrados en los queques con harina de quínoa; por el contrario, los contenidos de cenizas y fibra cruda son mayores en los queques elaborados con harina de piñón. El aporte calórico de los queques con harina de piñón es bastante similar a los queques con harina de quínoa (410 Kcal/100 g) (Véliz, 1998).

**Cuadro IV-13. Características químicas de queques elaborados con 40% de harinas de piñón crudo o cocido comparado con queques de harina de trigo.**

Parámetros	Q/Harina de trigo	Q/Harina cruda de piñón	Q/Harina precocida de piñón
Proteína	6,6	4,0	3,7
Lípidos	4,1	6,8	6,8
Cenizas	2,4	2,3	2,2
Fibra Cruda	0,7	1,4	1,1
Hidratos de carbono*	86,2	85,5	86,2
Aporte calórico**	408,2	419,2	420,8

\* por diferencia; \*\* calculado por coeficientes Atwater.

La incorporación de harina de piñón cruda y precocida en la elaboración de “muffins” mejora la apariencia de éstos, probablemente porque hay un color de la superficie más oscuro lo que se puede deber a la presencia de mayor cantidad de azúcares reductores en comparación con la harina de trigo (Estévez y Galletti, 1997; Kent, 1987). El color de la miga también se hace más oscuro, especialmente en el caso de la harina precocida, ya que durante la cocción de los piñones es probable que se produzca una migración de los taninos de la testa al cotiledón, haciéndola más oscura. El aroma levemente más intenso de los “muffins” con harina de piñón, se puede deber a la mayor reacción de Maillard ocurrida en la corteza. Los “muffins” elaborados con harina cruda de piñón tienen mayor esponjosidad y mejor textura que los elaborados sólo con harina de trigo o con harina precocida de piñón, lo que concuerda con las mediciones instrumentales. Por otra parte, la aceptabilidad de los “muffins” elaborados con harina precocida de piñones es superior a la de los elaborados con harina cruda y semejante a los queques de trigo, siendo calificados como “me gusta medianamente”; los valores de aceptabilidad caen en el mismo rango que los queques elaborados con 40% de harina de quínoa (Véliz, 1998). Al analizar la aceptabilidad, se puede observar que los productos con harina de piñón cocido tienen porcentajes de rechazo, indiferencia y aceptación muy semejantes a los obtenidos por los “muffins” testigos; en cambio los “muffins” elaborados con harina cruda tienen mayores valores de rechazo e indiferencia en la aceptabilidad global (Cuadro IV-14).

**Cuadro IV-14. Calidad y aceptabilidad sensorial de queques elaborados con 40% de harina de piñón crudo o cocido comparado con queques de harina de trigo.**

Atributos (1-15 puntos)	Q/Harina de trigo	Q/Harina de piñón crudo	Q/Harina de piñón cocida
Apariencia	8,9	10,1	9,6
Color de la corteza	6,2	7,5	9,8
Color de la miga	5,8	8,3	10,8
Aroma	6,4	7,4	7,4
Esponjosidad	7,9	9,8	7,8
Textura	9,2	9,7	9,3
Dulzor	9,0	8,9	8,7
Sabor	8,6	8,9	8,9
Aceptabilidad	10,1	8,9	10,1
Rechazo (%)	16,7	25,0	16,7
Indiferencia (%)	25,0	37,5	29,1
Aceptación (%)	56,3	37,5	54,2

Según los antecedentes disponibles, desde un punto de vista tecnológico, en la elaboración de “muffins” se puede incorporar indistintamente harina cruda o precocida de piñón hasta en un 40%; sin embargo la aceptación sensorial es mayor en los que se elaboran con harina de piñón cocido.

### EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN

El piñón tiene un alto contenido de almidón en su endosperma, entre 60,3 y 71,4 g/100 g (bms) lo que lo hace una posible fuente para la obtención de almidón comercial de alta pureza. Para su extracción, se remojan las semillas en agua a 50° C durante 16 horas, con una relación semilla: agua de 1:4; para evitar la fermentación se agrega tolueno y se mantiene el pH en 6,0. Luego las semillas se lavan cuidadosamente, se pelan manualmente y se someten a molienda húmeda en molino coloidal por 5 minutos, con una relación semilla: agua de 1:2. El producto obtenido se tamiza en malla 60 (abertura de 250µm) para retirar la cáscara remanente y la fibra gruesa, agregando abundante agua para arrastrar la mayor cantidad de almidón. Tanto el residuo retenido, como el producto que pasa por el tamiz, se muelen nuevamente por separado, para destruir al máximo la matriz en que está el almidón y liberarlo. El producto proveniente de la segunda molienda se pasa nuevamente por tamiz de malla 60. El producto que pasa por el tamiz se junta con el proveniente de la primera molienda y se tamizan nuevamente, por harneros de malla 270 (abertura 53µm), para retener la fibra fina, utilizando abundante agua. El producto se deja decantar por 15 horas para separar el agua que se retira por sifonaje. El precipitado se suspende por 1 hora en hidróxido de sodio 0,2% p/v para solubilizar las proteínas. El almidón se separa de las proteínas por centrifugación. El almidón obtenido, se lava y se seca a 60° C por 1 hora (Díaz, 1997; Henríquez *et al.*, 2008).

Los gránulos de almidón son pequeños (14 µm de diámetro), redondeados, de superficie lisa y la mayoría de ellos presentan un sector aplanado (Figura 9). El almidón obtenido, tiene entre 0,05 y 0,55 g/100g de cenizas; entre 0,15 y 1,2 g/100g de fibra cruda; entre 0,2 y 0,3 g/100g de lípidos; y entre 0,09 y 0,14 g/100g de N; además tiene 5,3 g/100g de fibra dietética. Estos valores confirman que el producto obtenido tiene un bajo contenido de impurezas (Díaz, 1997; Henríquez *et al.*, 2008).

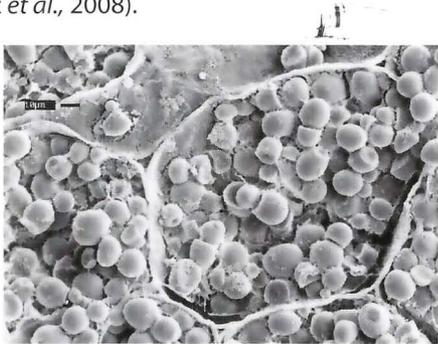


Figura IV-9. Gránulos de almidón de piñón

El almidón es de color blanco con un valor de  $L^*$  de 92; con un contenido de amilosa de alrededor de 42% y una fuerza del gel entre 8,2 y 10,3 g/cm<sup>2</sup>. En suspensión al 6% p/v, forma una pasta que a 85 °C tiene una viscosidad de 15 dPa/s, la cual sube con el enfriamiento a 40°C, a 25 dPa/s, y a 25 °C, a 65 dPa/s (Henríquez *et al.*, 2008).

Estas características hacen del piñón una interesante y nueva fuente para la obtención de almidón que se puede utilizar como ingrediente en la industria de alimentos.

### **CONSIDERACIONES FINALES**

Dado que el conocimiento de los piñones como alimento es bastante restringido entre los habitantes urbanos del país, su conservación en buenas condiciones y su transformación en productos atractivos, con mayor estabilidad y mayor valor agregado, puede ser una buena alternativa para abrir nuevas posibilidades de mercado.

En los piñones destaca su contenido de almidón que produce energía para los procesos metabólicos y que tiene una alta demanda industrial; los piñones se pueden constituir en una buena fuente para la extracción de almidón comercial de alta pureza. Además, son ricos en fibra dietética que es importante para el buen funcionamiento del sistema digestivo y para prevenir el desarrollo de algunas enfermedades intestinales y cardíacas.

La harina de piñones, cruda o precocida, y de diferente granulometría es un producto que ofrece múltiples posibilidades de uso para la elaboración de productos tales como, pastas, galletas, "muffins" o bombones. La elección de las características de proceso para su obtención dependerá del tipo de producto en el que se desee utilizar.

## BIBLIOGRAFÍA

AAGESEN, DL. 1998. Indigenous resource rights and conservation of the Monkey-puzzle tree (*Araucaria araucana*, Araucariaceae): A case study from southern Chile. *Economic Botany* v 52 (2):146-160.

BERNUY, E. 2003. Incorporación de harina y de fibra purificada del fruto de algarrobo *Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz en el desarrollo de galletas. Tesis Magíster en Ciencias Agropecuarias. Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile. 90 p.

CABALLERO, J. 2003. Utilización de semillas de *Araucaria araucana* por una comunidad pewenche de Lonquimay, IX región. Memoria de título Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. 77p.

CARRASCO, N. 1995. Evaluación de cuatro métodos de eliminación de testa de castaña (*Castanea sativa* Mill) para congelado. Memoria de título Ingeniero Agrónomo, Fac Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán, Chile.

CORDERO, P. 2001. Evaluación del pelado manual de piñones de *Araucaria araucana* ((Mol) K. Koch) con fines agroindustriales. Memoria de título Ingeniero Agrícola, Fac Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción, Chillán, Chile.

DE WITT, A. 1991. Elaboración de extruidos a base de mezclas de lupino-cereales. Memoria de título Ingeniero Agrónomo, Fac Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

DÍAZ, L. 1997. Rendimiento y caracterización de almidón de frutos de castaño (*Castanea sativa*) y araucaria (*Araucaria araucana* (Mol) K. Koch). Memoria de título Ingeniero Agrónomo, Fac Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

ESTÉVEZ, AM. 1991. Proceso de deterioro de nueces en almacenaje.: 157-169. In: Primer Curso internacional de postcosecha. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.

ESTÉVEZ, AM AND L GALLETTI, 1997. Postharvest storage of "piñones" from *Araucaria araucana* ((Mol) K. Koch) under controlled atmosphere conditions. *Proceedings of Seventh International Controlled Atmosphere Research Conference*: 185-189. Davis, California, Estados Unidos.

FICHET, T.; A. VEGA, E. CASTILLO Y AM. ESTÉVEZ. 1995. características físicas y químicas de piñones de *Araucaria araucana* ((Mol) K. Koch, en el último período de crecimiento. In: 46 Congreso Agronómico. *Simiente* 65:19.

FONTANOT, M. 1999. Elaboración de galletas de avena con adición de harina de nopal rica en fibra dietética. Tesis Magíster en Ciencias Agropecuarias. Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile. 96 p.

FUENTES, C. 1998. Elaboración de galletas con incorporación de harina de cotiledón de algarrobo sometido a dos tratamientos térmicos. Memoria de título Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 68 p.

GALLAHER, D. AND B. SCHNEEMAN 2003. Fibra alimentaria: 90-98 In: Conocimientos actuales sobre nutrición. 8 edición Ed Bowman, B. and Russell, R. ILSI.

GALLETTI, L, C. GÁLMEZ y A. LIZANA 2006. Características físicas y químicas de piñones de *Araucaria araucana* ((Mol) K. Koch) en diferentes fechas de cosecha. 57º Congreso Agronómico de Chile. Santiago, Chile.

HARO, A. 2004. Elaboración de una mezcla de miel crema de abeja (*Apis mellifera* L) con harina de piñones de *Araucaria araucana* ((Mol) K. Koch). Tesis de Licenciado en Ingeniería en Alimentos. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. 125p.

HENRÍQUEZ, C, B, ESCOBAR, F, FIGUEROLA, I, CHIFFELLE, H, SPEISKY AND AM, ESTEVEZ. 2008. Characterization of piñon seed (*Araucaria araucana* (Mol) K.Koch) and the isolated starch from the seed. Food Chemistry 107: 592-601.

IKEDA, S, T. YABUZOE, T. TAKAYA AND K. NISHINARI. 2001. Effect of sugar on gelatinization and retrogradation of corn starch: 67-76. In: TL Barsby, AM Donald and PJ Frazier, ed. Starch Advances in Structure and Function. RSC Londres.

KAUR, M, and N. SINGH. 2005. Studies on functional, thermal and pasting properties of flours from different chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. Food Chem 91: 403-411.

KENT, NL 1987. Tecnología de los Cereales. Acribia, Zaragoza, España. 221p.

LARRAURI, G., L. BARROTO, U. PERDOMO y Y. TABARÉS 1995. Elaboración de una bebida en polvo basada en fibra dietaria: FIBRALAX. Alimentaria 3: 23-25.

LIZANA, A; L. GALLETTI, C. GÁLMEZ, B. ESCOBAR, y AM. ESTÉVEZ, 2004. Características física y química de piñones XIII Seminario latinoamericano y del Caribe. Ciencia y Tecnología de Alimentos 12-15 octubre 2004, Montevideo Uruguay.

MOREIRA-SOUZA, M. and E.J. BRAN. 2003. Practical method for determination of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, seeds. Scientia Agricola 60 (2): 389-391.

---

MUÑOZ, G. 2008. Propiedades funcionales de harinas de piñones crudos y precocidos. Tesis Magíster en Ciencias Agropecuarias, Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile.

NIELSEN, U. 1963. Crecimiento y propiedades de la especie *Araucaria araucana* ((Mol) K. Koch). Memoria de título Ingeniero Forestal. Facultad Ingeniería Forestal, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

PANZA, V., V. LÁINEZ, H. MARODER, I. PREGO, and S. MALDONADO. 2002. Storage reserves and cellular water in mature seeds of *Araucaria angustifolia*. Botanical Journal of the Linnean Society 40: 273–281.

ROJAS, I. 1996. Aplicación de atmósfera modificada en la conservación de piñones *Araucaria araucana* ((Mol) K. Koch). Memoria de título Ingeniero Agrónomo, Facultad Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

SCHMIDT-HEBBEL, H. E I. PENNACCHIOTTI, 1990. Tabla de composición química de alimentos chilenos. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, 61p.

VÉLIZ, N. 1998. Desarrollo de un producto horneado a base de quínoa para el adulto mayor de Chile. Tesis Magíster en Ciencias Agropecuarias. Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile. 57 p.

# Indices de figuras y cuadros

## Figuras

Figura I-1: Veranada de Mallín del Treile. Lonquimay (2006). Sergio Donoso . . . . .	8
Figura I-2: a) Árbol juvenil creciendo de forma aislada que no presenta una clara poda natural, b) Árbol adulto con su característica copa en forma de paraguas. La Fusta (2004). Sergio Donoso . . . . .	10
Figura I-3: Árbol con amento y cono, Icalma (2005), Sergio Donoso . . . . .	11
Figura I-4: Fenología de la floración, fructificación y dispersión de semillas en <i>Araucaria araucana</i> . . . . .	12
Figura I-5: Distribución y número de semillas (piñones) entorno al fuste del árbol femenino de araucaria . . . . .	12
Figura I-6: Número de conos por hectárea producidos y número de árboles por hectárea que anualmente participan en la producción, en un bosque natural de araucaria, en el predio Chilpaco, comuna de Lonquimay (años sin datos es por ausencia de información) (Caro 1995; Donoso 2007) . . . . .	14
Figura I-7: Evolución de la producción de conos por hectárea en cuatro localidades de la comuna de Lonquimay . . . . .	15
Figura I-8: Evolución de la producción de conos desde el año 2004 al 2007 de seis parcelas permanentes situadas en la localidad de de Mallin del Treile . . . . .	16
Figura I-9: Porcentaje de participación de los ejemplares femeninos en la producción de conos, para tres tratamientos silvícolas, en el predio Chilpaco, comuna de Lonquimay . . . . .	17
Figura I-10: Participación de los árboles femeninos en la producción de conos desde el año 2004 al año 2007, en cuatro localidades de la comuna de Lonquimay . . . . .	17
Figura I-11: Relación entre producción de conos y porcentaje de participación de los árboles femeninos en la producción de conos en un bosque no intervenido de la comuna de Lonquimay . . . . .	18

Figura I-12: Densidad promedio de la regeneración de <i>Araucaria araucana</i> en cuatro localidades de la comuna de Lonquimay .....	21
Figura I-13: Número promedio de plantas por hectárea según clase de altura (cm) y localidad de la comuna de Lonquimay .....	22
Figura I-14: Comparación de la densidad de regeneración por clase de altura obtenida en un bosque virgen (González 2001) y cuatro localidades de la comuna de Lonquimay .....	22
Figura I-15: Densidad media de la regeneración de <i>Nothofagus sp.</i> en cuatro localidades de la comuna de Lonquimay .....	23
Figura I-16: Densidad promedio de regeneración según clase de altura, para <i>Nothofagus sp.</i> en cuatro localidades de la comuna de Lonquimay .....	24
Figura I-17: Ganado consumiendo piñones y ramoneando la regeneración en un bosque de araucaria – lenga. Icalma (2007). Sergio Donoso .....	24
Figura I-18: Densidad promedio de regeneración según clase de altura, para <i>Nothofagus sp.</i> en cuatro localidades de la comuna de Lonquimay .....	25
Figura II-1: Dibujo de la fructificación del piñón: a: rama masculina; b: Macrosporofila; c: microsporofilo; d: semilla e: escama del mismo macrosporofilo. (Tomado de Muñoz, 1959) .....	29
Fig. II-2: Corte vertical de un cono (estróbilo) desarrollado, mostrando escamas seminíferas desarrolladas (fruto piñón) y escamas tectrices estériles (Lonquimay) ....	31
Figura II-3: Frutos de piñones mostrando su anatomía que incluye un sector comestible de 2/3 y un sector alado rudimentario de 1/3 .....	31
Figura II- 4: Brazos fructíferos de <i>Araucaria</i> , mostrando frutos en formación y cortes donde existieron frutos de la temporada anterior. Los cortes de frutos con machete se consideran una mala práctica por la pérdida de puntos de fructificación .....	36
Figura II- 5: Tejido cotiledonar de <i>Araucaria araucana</i> (Molina) K. Koch, mostrando los gránulos de almidón en. Interior de las células (40x). Cada división de la regleta equivale a 2,5 µm. Fuente: Cánaves <i>et al.</i> , 2007 .....	38

Figuras II- 6. Células de <i>Araucaria araucana</i> (Molina) K. Koch a) externas 50 $\mu$ m y b) internas 10 $\mu$ m. Fuente: Henríquez <i>et al.</i> , 2008	39
Figura II-7: a) células en piñones recogidos al barrer y b) piñones seleccionados. Fuente: Proyecto FIA, 2007	39
Figura III-1: Bosque de <i>Araucaria araucana</i> (Mol.) K. Koch, un "huerto frutal" muy especial	44
Figura III-2: Variación del rendimiento en semillas provenientes de conos colectados en distintas fechas en la temporada 2005	45
Figura III-3: Evolución del contenido de humedad de piñones cosechados en distintas fechas en la temporada 2005	46
Figura III-4a: Cono y piñones cosechados en Enero	46
Figura III-4b: Piñones cocidos sin pelar y pelados	46
Figura III-5: Idealmente se debe cubrir con malla el suelo para lograr una semilla de calidad	47
Figura III-6: Collar de piñones crudos (menken)	51
Figura III-7: Clasificación de piñones	52
Figura III-8: Pérdida de peso en piñones conservados en mallas y en dos tipos de películas plásticas (EVA y BB4)	53
Figura III-9: Evolución de Almidón en piñones conservados en malla y en dos tipos de envases plásticos	55
Figura III-10: Evolución de amilosa en piñones conservados en malla y en dos tipos de envases plásticos	55
Figura III-11: Evolución de Azúcar en piñones conservados en malla y en dos tipos de envases plásticos	55
Figura III-12: Evaluación sensorial a los 45 y 225 días de conservación	56

Figura III-13: Hongos presentes en almacenamiento de piñones .....	57
Figura III-14: Presencia de hongos en distintos envases .....	57
Figura III-15: A y B <i>Penicillium</i> (interno y externo), C <i>Mucor</i> . D y E <i>Fusarium</i> (interno y externo), F <i>Rhizopus</i> G Rotura que permite entrada de patógenos .....	58
Figura III-16: Piñones cocidos, procedentes de cubiertas externamente sanas, que presentan hongos en su interior .....	58
Figura IV-1: Semillas de <i>Araucaria araucana</i> .....	62
Figura IV-2: Harina precocida de piñones .....	65
Figura IV-3: Almidón gelatinizado de piñones .....	67
Figura IV-4: Curva de flujo de suspensiones al 6% de harinas de piñones crudos y cocidos .....	69
Figura IV-5: Galletas elaboradas con harina de piñón cocida .....	71
Figura IV-6: Grits de piñones precocidos .....	75
Figura IV-7: Bombones terminados con cobertura de chocolate .....	76
Figura IV-8: Esferas envueltas para ser sumergidas en almíbar .....	78
Figura IV-9: Gránulos de almidón de piñón .....	81

## Cuadros

Cuadro I-1: Comparación del número de semillas por cono en diferentes años que presentaron diferentes niveles de producción de conos depor .....	13
Cuadro I-2: Características dasométricas medias de los bosques de araucaria muestreados y posición geográfica de las cuatro localidades de la comuna de Lonquimay .....	14

Cuadro I-3: Superficie total y de bosques de araucaria de cuatro localidades de la comuna de Lonquimay .....	19
Cuadro I-4: Aspectos demográficos y cantidades de piñones extraídos por familia y por hectárea en cuatro localidades de la comuna de Lonquimay .....	20
Cuadro I-5: Cantidad de ganado total y por hectárea en cuatro localidades de la comuna de Lonquimay .....	20
Cuadro II-1: Desarrollo (mm) en longitud y diámetro del cono femenino en <i>Araucaria araucana</i> (Mol) K. Koch, desde floración hasta fruto maduro .....	30
Cuadro II-2: Producción bruta de piñones de <i>Araucaria araucana</i> (Mol) K. Koch, durante el año 2001 y proyección del 2002 en bosques de Rucachoroy y Tromen, en el parque Nacional Lanín (Argentina). (Tomado de Sanguinetti <i>et. al</i> , 2001) ..	33
Cuadro II-3: Características de piñones provenientes de árboles creciendo a diferentes alturas en Lonquimay (IX Región, Chile) .....	34
Cuadro II-4: Rendimientos (en sacos y en Kg.) en la recolección de Piñón en la zona de Quinquén, por tamaño de familia .....	36
Cuadro II-5: Composición química de piñones evaluados durante el año 2004 .....	40
Cuadro II-6: Composición química comparativa de algunos frutos secos (g/100g) .....	40
Cuadro II-7: Composición química comparativa de frutos secos (g/100g parte comestible) .....	40
Cuadro III-1: Parcelas de muestreo de araucarias .....	49
Cuadro III-2: Características físicas, de color y químicas de piñones provenientes de seis sitios de Lonquimay .....	50
Cuadro IV-1: Composición química de piñones informada por diferentes autores (g/100 g bms) .....	63
Cuadro IV-2: Características físicas de harinas crudas y precocidas de piñones .....	65
Cuadro IV-3: Composición química comparativa de harinas de piñón en dos condiciones (g/100g bms) .....	66

Cuadro IV-4: Propiedades asociadas a la fluidez de harinas de piñón cruda y precocida .....	66
Cuadro IV-5: Propiedades asociadas a la hidratación de harinas de piñón cruda y precocida .....	68
Cuadro IV-6: Composición química de galletas elaboradas con 25% de harina de piñón cocido y de galletas de trigo y avena .....	72
Cuadro IV-7: Calidad y aceptabilidad sensorial de galletas con 25% harina de piñón recién elaboradas <sup>1</sup> y después de 30 días de conservación <sup>2</sup> comparadas con galletas de trigo y avena .....	73
Cuadro IV-8: Composición química de galletas elaboradas con 25% de harina precocida de piñones conservados en bolsas BB4 hasta por 270 días .....	74
Cuadro IV-9: Calidad y aceptabilidad sensorial de galletas con harina precocida de piñones conservados durante 9 meses, recién elaboradas y después de 1 mes de conservación .....	75
Cuadro IV-10: Calidad y aceptabilidad sensorial de bombones elaborados con harina de piñones cocidos .....	77
Cuadro IV-11: Calidad y aceptabilidad sensorial de bombones elaborados con harina de piñones cocidos conservados por 270 días .....	78
Cuadro IV-12: Características físicas de queques elaborados con 40% de harinas de piñón crudo o cocido comparado con queques de harina de trigo .....	79
Cuadro IV-13: Características químicas de queques elaborados con 40% de harinas de piñón crudo o cocido comparado con queques de harina de trigo .....	79
Cuadro IV-14: Calidad y aceptabilidad sensorial de queques elaborados con 40% de harina de piñón crudo o cocido comparado con queques de harina de trigo .....	80

