



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y**  
**CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA**  
**ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES**

**DEPARTAMENTO DE GESTIÓN FORESTAL Y SU MEDIO**  
**AMBIENTE**

---

**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE MADURACIÓN DE PIÑONES DE**  
**PINO PIÑONERO (*Pinus pinea* L.) EN EL CENTRO SUR DE CHILE.**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Ingeniero Forestal

**CLAUDIA DELARD DE RIGOULIERES RODRÍGUEZ**

Profesor Guía: Sr. Manuel Toral Ibáñez. Ingeniero Forestal.  
Doctor en Ciencias Forestales y Recursos Naturales

---

**Santiago, Chile**

**2013**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y**  
**CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA**  
**ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES**

**DEPARTAMENTO DE GESTIÓN FORESTAL Y SU MEDIO**  
**AMBIENTE**

---

**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE MADURACIÓN DE PIÑONES DE**  
**PINO PIÑONERO (*Pinus pinea* L.) EN EL CENTRO SUR DE CHILE.**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Ingeniero Forestal

**CLAUDIA DELARD DE RIGOULIERES RODRÍGUEZ**

| Calificaciones:                            | Nota  | Firma |
|--|-------|-------|
| Prof. Guía Sr. Manuel Toral Ibáñez         | ..... | ..... |
| Prof. Consejero Sr. Sergio Donoso Calderón | ..... | ..... |
| Prof. Consejero Sr. Carlos Magni Díaz      | ..... | ..... |

## **DEDICATORIA**

A mi familia y mis amigos

*"La vida se vuelve una fiesta cuando sabes disfrutar de las cosas normales de cada día"*

Phil Bosmans Albert

## **AGRADECIMIENTOS**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|  | Pág. |
|--|------|
| 1. INTRODUCCIÓN  | 1    |
| 2. MATERIAL Y MÉTODO   | 5    |
| 2.1. Material  | 5    |
| 2.2. Método  | 6    |
| 2.2.1. Caracterización física de piñones cosechados en diferentes fechas y localidades                             | 7    |
| 2.2.2. Determinación del efecto de la fecha y sitio de colecta sobre las características organolépticas de piñones | 8    |
| 2.2.3. Evaluación del efecto de la fecha y localidad de colecta sobre la germinación de semillas                   | 9    |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN  | 10   |
| 3.1. Caracterización física de piñones cosechados en diferentes fechas y localidades                               | 10   |
| 3.1.1. Longitud de piñones con cáscara   | 10   |
| 3.1.2. Longitud de piñones blancos   | 13   |
| 3.1.3. Flexión   | 16   |
| 3.1.4. Cisco   | 21   |
| 3.2. Características organolépticas de piñones, según fecha y sitio de colecta                                     | 24   |
| 3.2.1. Peñuelas  | 24   |
| 3.2.2. Chiguayante   | 27   |
| 3.3. Germinación de semillas según fecha y sitio de colecta  | 29   |
| 3.3.1. Peñuelas  | 32   |
| 3.3.2. Chiguayante   | 32   |
| 4. CONCLUSIONES  | 34   |
| 5. BIBLIOGRAFÍA  | 35   |
| 7. ANEXOS  | 40   |
| 8. APÉNDICES   | 41   |

## ÍNDICE DE CUADROS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <b>Cuadro 1.</b> Fechas y días de colecta de conos por localidad   | 6           |
| <b>Cuadro 2.</b> Descripción de muestras de piñones  | 8           |
| <b>Cuadro 3.</b> Escala de puntuación para las muestras de piñones   | 8           |
| <b>Cuadro 4.</b> Longitud media de piñones con cáscara en Peñuelas   | 11          |
| <b>Cuadro 5.</b> Longitud media de piñones con cáscara en Chiguayante  | 11          |
| <b>Cuadro 6.</b> Longitud media de piñones blancos en Peñuelas   | 14          |
| <b>Cuadro 7.</b> Longitud media de piñones blancos en Chiguayante  | 15          |
| <b>Cuadro 8.</b> Análisis de contingencia de frecuencias absolutas y relativas de la flexión en Peñuelas   | 17          |
| <b>Cuadro 9.</b> Análisis de contingencia de frecuencias absolutas y relativas de la flexión en Chiguayante  | 19          |
| <b>Cuadro 10.</b> Análisis de contingencia de frecuencias absolutas y relativas del cisco en Peñuelas  | 22          |
| <b>Cuadro 11.</b> Análisis de contingencia de frecuencias absolutas y relativas del cisco en Chiguayante   | 23          |
| <b>Cuadro 12.</b> Análisis de contingencia de frecuencias absolutas y relativas del aroma, sabor, color, textura, rancidez y aceptación de piñones - Peñuelas    | 26          |
| <b>Cuadro 13.</b> Análisis de contingencia de frecuencias absolutas y relativas del aroma, sabor, color, textura, rancidez y aceptación de piñones - Chiguayante | 28          |
| <b>Cuadro 14.</b> Germinación media de piñones provenientes de Peñuelas  | 32          |
| <b>Cuadro 15.</b> Germinación media de piñones provenientes de Chiguayante   | 32          |
| <b>Cuadro 16.</b> Germinación media de piñones según localidad de colecta  | 32          |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <b>Figura 1.</b> Localidades estudiadas  | 5           |
| <b>Figura 2.</b> Evaluación de piñones con cáscara   | 7           |
| <b>Figura 3.</b> Longitud promedio de piñones con cáscara según fecha y localidad de colecta                             | 10          |
| <b>Figura 4.</b> Precipitación anual en las estaciones meteorológicas más cercanas a las localidades de colecta de piñas | 12          |
| <b>Figura 5.</b> Longitud promedio de piñones blancos según fecha y localidad de colecta                                 | 13          |
| <b>Figura 6.</b> Longitud de piñones con y sin cáscara según semana y localidad de colecta                               | 15          |
| <b>Figura 7.</b> Flexión de piñones en Peñuelas  | 17          |
| <b>Figura 8.</b> Flexión de piñones en Chiguayante   | 18          |
| <b>Figura 9.</b> Curvas de sobrevivencia Kaplan Meier para la flexión  | 19          |
| <b>Figura 10.</b> Temperatura media primaveral en área de estudio  | 20          |
| <b>Figura 11.</b> Cisco de piñones en Peñuelas   | 21          |
| <b>Figura 12.</b> Cisco de piñones en Chiguayante  | 23          |
| <b>Figura 13.</b> Resultados de la evaluación sensorial en piñones provenientes de Peñuelas                              | 25          |
| <b>Figura 14.</b> Resultados de la evaluación sensorial en piñones provenientes de Chiguayante                           | 27          |
| <b>Figura 15.</b> Inicio del proceso de germinación y de emergencia  | 30          |
| <b>Figura 16.</b> Emergencia de pino piñonero a los 28 días  | 30          |
| <b>Figura 17.</b> Plantas de pino piñonero a los 35 días desde la siembra en vivero                                      | 30          |
| <b>Figura 18.</b> Germinación de semillas por semana y localidad de colecta  | 31          |
| <b>Figura 19.</b> Germinación de semillas por mes y localidad de colecta   | 31          |

## RESUMEN

Uno de los aspectos relevantes en la calidad de los piñones es la adecuada época de cosecha de las piñas, ya que ésta define en parte las propiedades organolépticas y germinativas. Dado el alto valor de este fruto seco en el mercado mundial, este aspecto es de relevancia.

En consideración a lo anterior, el objetivo de este trabajo es evaluar el proceso de maduración de piñones de *Pinus pinea* L. en dos localidades del centro sur de Chile mediante el estudio de sus características físicas, organolépticas y germinativas.

Las épocas de colecta para la evaluación física y de germinación de los piñones corresponden a fines de abril hasta fines de julio en la localidad de Peñuelas (33°07'36" Lat. S., 71°29'14" Long. O., Región de Valparaíso) y principios de junio hasta mediados de agosto en la localidad de Chiguayante (36°57'41" Lat. S., 73°01'15" Long. O., Región del Bío Bío). La evaluación organoléptica contempla tres períodos de colecta en cada localidad; última quincena de abril hasta segunda quincena de mayo en Peñuelas y ambas quincenas de julio y primera de agosto en Chiguayante.

Los principales resultados indican que las épocas de cosecha evaluadas tienen incidencia sobre la longitud de piñones tanto con y sin cáscara en ambas localidades. Los piñones más australes presentan un mayor tamaño con cáscara y sin ella, con una tendencia general a disminuir el tamaño a medida que se cosecha más tarde. También éstas tienen efecto sobre la flexión y cisco de piñones, variables que también determinan la madurez.

Respecto de las características organolépticas, no hay diferencias significativas para las variables aroma, sabor, color, textura, rancidez y aceptación general, tanto en relación a la época como a la localidad de cosecha.

La germinación de semillas procedentes de Peñuelas (50,57%), no evidencia diferencias en relación a la época de cosecha; las semillas procedentes de Chiguayante (58,02%) disminuye mientras más tarde es la colecta. La capacidad germinativa de la procedencia más austral es superior.

**Palabras claves:** *Pinus pinea*, maduración de piñones, germinación, características organolépticas.

## ABSTRACT

One of the important aspects in pine nuts quality is the harvest, as it defines in part the organoleptic and germinative characteristics. Given the high value of this nut in the world market, this aspect is of relevance.

In consideration of the above, the aim of this work is to evaluate the process of maturation of *Pinus pinea* L. nuts at two locations in central south Chile by studying their physical, organoleptic and germinative characteristics.

The collection periods for physical assessment and germination are from late April to late July in Peñuelas (33°07'36" S. Lat., 71°29'14" W. Long., Valparaíso Region) and early June to mid-August in Chiguayante (36°57'41" S. Lat., 73°01'15" W. Long., Bío Bío Region). The sensory evaluation includes three collection periods in each locality last half of April until second half of May in Peñuelas and from July until mid August in Chiguayante.

The main results indicate that the harvest season evaluated has incidence on pine nut length both with and without shell at both locations. The southernmost pine nuts are larger both with and without shell, with a general tendency to shrink as it is harvested later. The harvest period also had an effect on the bending and cisco, variables that also determine maturity.

Regarding organoleptic characteristics, there are no significant differences for the variables aroma, flavor, color, texture, rancidity and general acceptance in respect to the period and to the harvest location.

Seeds germination from Peñuelas (50,57%) did not evidence differences in relation to the time of harvest, but the seeds from Chiguayante (58,02%) decreases germination the later is the collection. The germination capacity is higher in the southernmost provenance.

**Keywords:** *Pinus pinea*, pine nut maturation, germination, organoleptic characteristics.

## 1. INTRODUCCIÓN

La importancia de la actividad forestal en Chile está avalada en la existencia de 15,9 millones de hectáreas de cobertura forestal -aproximadamente un quinto del área total del país-, de bosques nativos, los que representan el 85,4% (13,6 millones de hectáreas) y de plantaciones forestales que llegan a un 14,6% (2,3 millones de hectáreas). Ésta constituye un pilar fundamental de la economía de Chile, con una participación el año 2010 de 67,2 billones de pesos que equivalen al 3,1% del PIB Nacional (INFOR, 2011).

El mercado de esta actividad se ha concentrado en exportaciones de materia prima, basando su producción en sólo 2 especies exóticas, *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*, que concentran el 85% de las plantaciones del país.

Frente a este escenario surge el interés por parte de actores públicos y privados en la diversificación de especies, no sólo con el objetivo de producir madera y celulosa, sino también de buscar otras alternativas productivas sustentables, tanto para empresas como para pequeños y medianos propietarios. Una de estas alternativas son los denominados “Productos Forestales No Madereros (PFNM), definidos por FAO (2001) como “bienes de origen biológico distinto de la madera, procedentes de los bosques, de otros terrenos arbolados y de árboles situados fuera de los bosques”.

En este contexto, *Pinus pinea* L. conocido como pino piñonero, presenta un alto potencial determinado por el alto valor de sus frutos comestibles llamados piñones o “pignoli”. Es una especie originaria del Mediterráneo, con una superficie en el mundo de 660.000 hectáreas concentradas en España con 70%, seguido de Portugal, con 11% y Turquía e Italia con 6% cada uno (Montero *et al.* cit por Martínez, 2008).

Esta especie fue introducida hace más de un siglo a Chile por inmigrantes italianos y españoles, con el objetivo de fijar dunas principalmente así como también controlar erosión y proporcionar sombra al ganado, siendo reciente el interés en el país por ella y por su producción de PFNM comestible. Requiere entre 400-800 mm de precipitaciones anuales con régimen de lluvia invernal y cuatro a seis meses secos (Montoya, 1990; Molina, 1991; Gutiérrez, 2007; Loewe y González, 2007).

La producción mundial de piñones con cáscara asciende a 30.000 toneladas anuales, de las cuales España, Portugal y Turquía son responsables del 83,3%, es decir, estos tres países producen 25.000 toneladas anuales de piñón con cáscara (ASFOVA, 2004), que correspondería a 5.000 toneladas de piñón blanco.

Su mercado está caracterizado por una demanda insatisfecha y creciente, sobre todo en algunos países como EE.UU., donde el consumo de piñones, principalmente chinos, se ha incrementado considerablemente, debido al reconocimiento de sus propiedades saludables (Ros y Mataix, 2006; Ryan *et al.*, 2006). El precio medio de piñón mediterráneo al año

2010 en Europa fue de € 28,5/Kg (productor mayorista). Cabe destacar que según el formato aumenta el precio, observándose que piñones envasados en pequeñas dosis en bolsa, caja o frasco de vidrio presentan un precio de más de € 100/Kg (Loewe y González, 2012).

Los piñones son de forma alargada, color blanco amarillento, consistencia harinosa, buen sabor y textura (Sabillón, 2001); se caracterizan por ser reconocidos a nivel mundial como una merienda saludable y como ingredientes esenciales para diversos platos (Sharashkin y Gold, 2004). Constituyen una importante fuente de proteínas (29%), con 50% de aminoácidos esenciales y de materia grasa (48%), de la cual 86% corresponde a ácidos grasos insaturados (Escalona, 2005). Entre los minerales presentes en el piñón blanco se encuentran: calcio, potasio, hierro, cobre, zinc, sodio, magnesio y manganeso (Castaño y Oliet, 2004).

La principal característica de los piñones es la elevada concentración de grasas monoinsaturadas, que fomentan un sistema cardiovascular sano. La vitamina D contribuye a la formación de huesos y dientes resistentes, ya que mejora la habilidad para fijar el calcio, y también posee vitaminas A y C las cuales ayudan a mejorar la visión, y el sistema inmunológico respectivamente (Montoya, 1990; Borrero, 2004).

Antes de ser consumido, el piñón requiere una cierta preparación. Luego de abrirse la piña y extraer el piñón con cáscara, éste debe ser partido para liberarlo de la cubierta leñosa y extraer así su “almendra”; es decir, se procede a su transformación de piñón con cáscara a piñón en blanco. La extracción se realiza a través de máquinas y posteriormente se procede al mondado del piñón blanco. Este proceso consiste en la selección o separación del “piñón blanco” del piñón defectuoso o de los trozos. Para ello, se utilizan máquinas clasificadoras por medio de células fotoeléctricas y colorimétricas, distinguiendo los piñones por color, eliminando los restos mediante chorros de aire. Posteriormente se realiza una segunda selección a mano, como complemento de la maquinaria (*Op.cit.*).

La producción de piñas está condicionada a las características de la estación, a la densidad de árboles y a los tratamientos silviculturales aplicados. La entrega de datos concretos de producción se ve dificultado dado el carácter añero de la especie, lo que conlleva a grandes oscilaciones en las producciones (Castaño y Oliet, 2004). No obstante, Mutke *et al.* (2007) indican que las producciones medias son del orden de 200 a 600 Kg de piña por hectárea, equivalentes a 40-120 Kg de piñón con cáscara y a 10-30 Kg de piñón en blanco (a través de cosechas manuales). Otros autores han descrito distintos rendimientos, como por ejemplo, Carnevale (1955) señala que de un árbol se puede obtener hasta 250 piñas al año con 90 semillas cada uno, y que se puede obtener hasta 1.000 Kg de semillas por hectárea con un distanciamiento de árboles de 6 x 6 m (277 arb./ha). Sin embargo, Crawford (1995) menciona que en Italia se han observado rendimientos de 500-1.500 Kg de semillas/ha/año con una densidad de plantación de 100 árboles por hectárea. En Turquía se pueden cosechar 4.000 a 5.000 Kg de piñas/ha, de las cuales se obtienen 800 a 1.000 Kg de semillas; esto corresponde a 100 a 200 Kg de piñón limpio (Enginar<sup>1</sup>, 1996). En el sur de Europa los árboles adultos

---

<sup>1</sup> Ayhan Enginar, 1996. Primer Secretario de la Embajada de Turquía. Comunicación personal.

producen en promedio 600-800 Kg de piñones por hectárea, lo que significa alrededor de 450-640 Kg de semillas limpias y en años de buena producción 1.000-1.300 Kg (Vidal, 1962). Goor y Barney (1976) estiman que la producción promedio de semillas es de 120-160 Kg por hectárea/año, cantidad notoriamente inferior a la señalada por los autores anteriores.

Para producir piñones, se debe tener en cuenta la época de colecta de piñas, la que se encuentra normada tanto en España como en Portugal. En España, el inicio de esta actividad es a mediados de noviembre o inicio de diciembre dependiendo de cada Comunidad Autónoma. En Portugal este período abarca desde el 1 de diciembre al 30 de marzo de cada año (Loewe y González, 2012). Además de esta normativa, se debe considerar que si bien el crecimiento de la piña termina a principios de verano, la maduración de los piñones continúa incluso después de la cosecha; en octubre en España (abril en Hemisferio Sur) los piñones aún no están 'cuajados' siendo de consistencia blanda y gomosa, y el cisco o polvillo que cubre la testa es de color canela. Cuando maduran los piñones son firmes y el cisco de color negro y abundante<sup>2</sup>.

Respecto de las características nutricionales y organolépticas, pruebas realizadas con piñones provenientes de un amplio rango latitudinal de Chile (regiones de Coquimbo y Araucanía; 20°50,622 a 38°12,802S) determinaron que los piñones producidos en nuestro país son comparables a los cosechados en otras latitudes, manteniendo las características que determinan sus propiedades benéficas. La calidad organoléptica mostró un buen resultado en comparación con una muestra italiana, corroborándose la potencialidad de producción en Chile (González *et al.*, 2012).

Por otra parte, para la germinación de pino piñonero, las semillas no requieren de tratamiento antes de la siembra, demorando 20 a 25 días en germinar, con una capacidad germinativa entre 25 y 75% (Goor y Barney, 1976). Se pueden mejorar los resultados remojando uno a dos días las semillas en agua fría, temperaturas mayores a 25°C durante la germinación inducen dormancia. Heth (1983) y Webb *et al.* (1984) proponen el mismo tratamiento anterior antes de realizar la siembra, ocurriendo la germinación en 13-23 días. Ximénez de Embún (1959) considera que este remojo debe durar una semana.

Pruebas de germinación utilizando semillas estratificadas y colocadas en cápsulas Petri a 20°C logran una capacidad germinativa de 81% en 21 días y una energía germinativa de 30% en 7 días. Por otra parte, semillas sin tratamiento pregerminativo puestas en los mismos recipientes a 18°C por 22 días alcanzan una capacidad germinativa del 98% con una energía germinativa de 88% en 14 días (USDA, 1974).

En Chile, pruebas de germinación sobre procedencias de pino piñonero, utilizando como tratamiento pregerminativo un remojo de 24 horas en agua, permitieron un mínimo de 0,8% y un máximo de 73% de germinación, comenzando ésta a manifestarse a partir de la segunda semana después de la siembra (Pastor<sup>3</sup>, 1995; INFOR, 1995; Loewe *et al.*, 1998).

---

<sup>2</sup> Mutke, S. 2010. Comunicación personal.

<sup>3</sup> Pastor, J. 1995. Encargado vivero INFOR. Comunicación personal.

La diferencia en la capacidad germinativa podría atribuirse, entre otras causas, a la procedencia de las semillas. Procedencias de semillas más grandes (960 semillas/Kg) que el promedio de 1.540 semillas/Kg, significa cubiertas proporcionalmente más gruesas, y por lo tanto una menor capacidad de hidratación que el resto de las semillas en un período de remojo de igual duración (Gutiérrez, 1995).

Otra experiencia similar con semillas provenientes de Tanumé y Cahuil, en la región de O'Higgins, dio como resultado un total de 1.299 a 1.544 semillas/Kg y valores de germinación de 80,2% y 66,3%, respectivamente, con remojo en agua fría por 24 horas como tratamiento pregerminativo. Ambas variables fueron diferentes estadísticamente en las localidades analizadas (Quiróz *et al.*, 2008).

Dados los antecedentes de mercado y la reducción de la producción europea producto de la plaga *Leptoglossus occidentalis*, Chile presenta un interesante potencial para cultivar esta especie. A pesar de las investigaciones y antecedentes que existen respecto de pino piñonero, los estudios en Chile son escasos; se desconoce la oportunidad de colecta de piñas que determinan la mejor calidad de sus piñones, tanto para ser consumidos como para la producción de plantas. Por este motivo, el objetivo del presente trabajo es evaluar el proceso de maduración de piñones de *Pinus pinea* L. en dos localidades de la zona centro sur de Chile mediante el estudio de características físicas, organolépticas y germinativas. Los objetivos específicos son:

- Evaluar características físicas de piñones cosechados en diferentes fechas en las localidades de Chiguayante (región del Bío Bío) y Peñuelas (región de Valparaíso).
- Evaluar el efecto de la fecha y sitio de colecta sobre características organolépticas de piñones.
- Evaluar el efecto de la fecha y el sitio de colecta sobre la germinación de semillas.

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

### 2.1. Material

La recolección de las piñas se realizó en dos localidades con plantaciones de pino piñonero: Reserva Nacional Lago Peñuelas (Región de Valparaíso) y Chiguayante (Región del Bío Bío) (Figura 1).

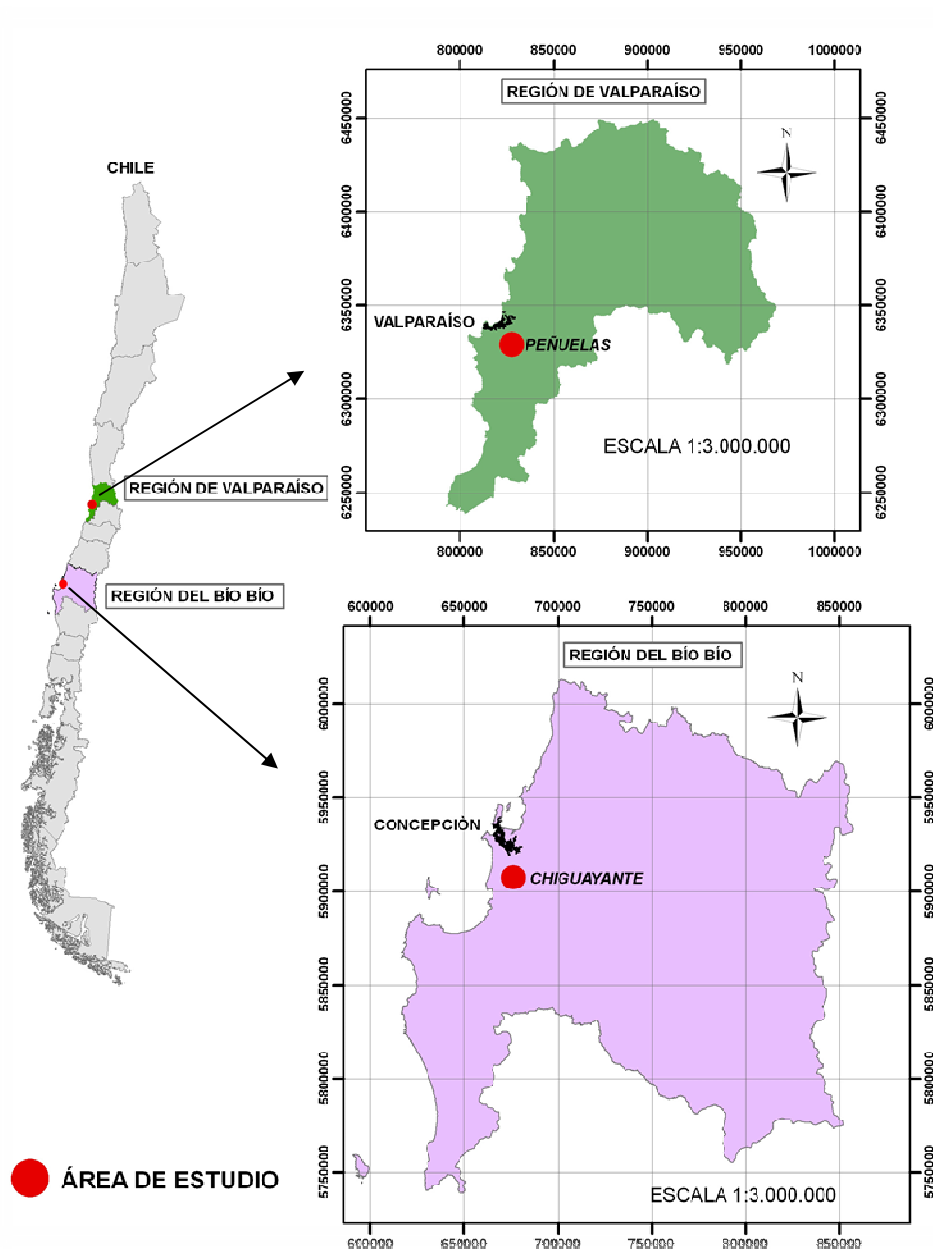


Figura 1. Localidades de estudio

### a) Reserva Nacional Lago Peñuelas

El lugar de colecta corresponde a la Reserva Nacional Lago Peñuelas, ubicada entre las coordenadas 33°06" y 33°13" Lat. S. y 71°24" y 71°34" Long. O., a una altitud entre los 337 a 613 m.s.n.m.

El clima de esta área es del tipo mediterráneo con influencia marítima. Las precipitaciones son alrededor de 570 mm anuales, concentradas entre mayo y agosto. Las temperaturas medias anuales varían entre 12 y 18° C, con máximas medias entre 25 y 30° C, y mínimas medias de 5° C, rara vez bajando de 0° C (CONAF, 2012).

Se seleccionó una plantación de aproximadamente 1,0 ha intercalada con pino insigne, de aproximadamente 625 árboles/ha y de edad entre 25 y 30 años.

### b) Chiguayante

El lugar de colecta corresponde al predio Parcela 18 de la localidad de Manquimávida, comuna de Chiguayante, ubicado en las coordenadas 36°57'41" Lat. S., 73°01'15" Long. O., a una altitud de 34 m.s.n.m. Posee un clima templado oceánico con una estación húmeda de siete a ocho meses de duración y una corta estación seca de verano. Las precipitaciones alcanzan, en promedio, 1.330 mm al año. La temperatura anual es de 15,5 °C, con una media mínima de 9,1 °C en julio y una media máxima de 18 °C en enero.

El terreno donde se encuentra pino piñonero es plano, sin erosión y presenta un suelo principalmente arenoso. Existen árboles aislados y en cortinas cortaviento plantadas cada una a un distanciamiento medio entre árboles de 10 m, donde los individuos tienen entre 30 y 90 años de edad. Se seleccionaron cindo individuos cargadores<sup>4</sup>, cuatro provenientes de las cortinas cortaviento de edad entre 40 y 80 años y uno aislado de aproximadamente 30 años.

## 2.2. Método

Desde la última semana de abril hasta la tercera semana de agosto de 2010, se colectaron semanalmente aproximadamente 10 conos de 5 árboles en cada localidad para posteriormente obtener los frutos o piñones de cada cono y analizarlos (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Fechas y días de colecta de conos por localidad**

| Localidad   | Fecha y día de colecta |            |            |            |        |
|-------------|------------------------|------------|------------|------------|--------|
|             | Abril                  | Mayo       | Junio      | Julio      | Agosto |
| Peñuelas    | 30                     | 7-13-24-31 | 7-21-30    | 5-13-19-27 | -      |
| Chiguayante | -                      | -          | 6-13-20-27 | 11-18-25   | 1-8-15 |

<sup>4</sup> Cargadores: árboles que producen abundantes frutos.

### 2.2.1. Caracterización física de piñones cosechados en diferentes fechas y localidades

Las variables o parámetros físicos evaluados en los frutos colectados fueron:

- Longitud de piñón con cáscara (mm), utilizando pie de metro digital (Figura 1)
- Longitud de piñón sin cáscara (mm), utilizando pie de metro digital
- Flexión de piñones, considerando 0: se flexiona (inmaduros) y 1: no se flexiona (maduros). Para la determinación de esta variable se utilizó un pie de metro digital para sostener los piñones y provocar la flexión de ellos (en el caso de flexionarse) o la rotura (en el caso de no flexionarse).
- Color de los piñones: considerando 0: color canela o marrón (inmaduros) y 1: color negro (maduros). La medición de esta variable correspondió a una inspección visual.



**Figura 2. Evaluación de piñones con cáscara**

Para analizar estadísticamente las variables se utilizó el software InfoStat versión 2011/P (Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina, 2008). Para la longitud del piñón con y sin cáscara se realizó un análisis de varianza tradicional con una probabilidad de ( $P < 0,05$ ). Se utilizó el test de comparación múltiple de Tukey (1953). El modelo utilizado corresponde a:

$$Y = \mu + T + R + E$$

Donde:

$\mu$  = promedio

T= efecto de la procedencia

R= efecto de la fecha de colecta

E= residuo o error no explicado por fuentes anteriores

Para las variables flexión y cisco se asignó un valor binario, 1 ó 0, dependiendo de la madurez de los piñones (1 en caso de madurez y 0 en caso de inmadurez) para los análisis estadísticos. Se utilizaron tablas de contingencia que permiten comparar datos categorizados. Los estadísticos utilizados para las comparaciones entre los lugares y fechas de colecta fueron Chi Cuadrado de Pearson ( $X^2$  Pearson) y el Chi Cuadrado de máximo verosímil ( $X^2$  MV-G2).

Para complementar el análisis de la flexión considerando ambas localidades de colecta, se realizaron las curvas de Kaplan-Meier, que permiten estudiar la sobrevivida de entidades en función de una variable independiente dicotómica. Sin embargo, también se puede emplear en otras variables como la flexión, donde valores significativos en el Log Rank Test indican que al menos una de las curvas de sobrevivida comparadas es distinta.

### 2.2.2. Determinación del efecto de la fecha y sitio de colecta sobre las características organolépticas de piñones

Para evaluar las características organolépticas de los piñones colectados en diferentes fechas y localidades, se realizó un análisis sensorial de preferencias para 7 muestras de piñones, 3 provenientes de Peñuelas, 3 de Chiguayante y un patrón, correspondiente a una muestra procedente de varias localidades colectada en julio de 2012, es decir piñones frescos y maduros (Cuadro 2), utilizando para ello una escala hedónica de 7 puntos (Cuadro 3).

**Cuadro 2. Descripción de muestras de piñones**

| Muestra | Descripción                                |
|---------|--|
| M1      | Chiguayante 1 <sup>a</sup> quincena julio  |
| M2      | Chiguayante 2 <sup>a</sup> quincena julio  |
| M3      | Chiguayante 1 <sup>a</sup> quincena agosto |
| M4      | Peñuelas 2 <sup>a</sup> quincena abril     |
| M5      | Peñuelas 1 <sup>a</sup> quincena mayo      |
| M6      | Peñuelas 2 <sup>a</sup> quincena mayo      |
| M7      | Patrón (mezcla julio2012)                  |

**Cuadro 3. Escala de puntuación para las muestras de piñones**

| Puntaje | Calificación               |
|---------|----------------------------|
| 1       | Me disgusta extremadamente |
| 2       | Me disgusta mucho          |
| 3       | Me disgusta ligeramente    |
| 4       | Ni me gusta ni me disgusta |
| 5       | Me gusta un poco           |
| 6       | Me gusta mucho             |
| 7       | Me gusta extremadamente    |

Para la evaluación se constituyó un panel no entrenado de 12 personas. Adicionalmente se consultó por el parámetro que determina su preferencia en una escala de 1 a 7, considerando aroma, sabor, apariencia, textura y aceptación general. Los resultados se analizaron por ANOVA seguido de la prueba de comparación múltiple de Duncan utilizando el software INFOSTAT versión 2011/P. La homogeneidad de varianza fue evaluada mediante la prueba de Levene ( $P < 0,05$ ). El supuesto de normalidad de los residuos se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilks ( $P < 0,05$ ).

### **2.2.3. Evaluación del efecto de la fecha y localidad de colecta sobre la germinación de semillas**

En el vivero Angostura, perteneciente a la empresa Exportadora Anakena Ltda. ubicado en la localidad de Paine, Región Metropolitana, se procedió a la siembra de piñones colectados en diferentes fechas y localidades (Cuadro 1), entre los días 12 y 14 de octubre de 2010. Se utilizaron macetas y bolsas de aproximadamente 300 cc utilizando como sustrato una mezcla de Compost hecho con desechos de uva más perlita y vermiculita, en proporción de 60, 20 y 20% respectivamente. Las semillas antes de ser sembradas se remojaron en agua fría durante 24 h. Se sembraron 75 semillas por fecha y localidad de colecta, colocando una semilla por maceta. Se realizó una inspección semanal de la humedad del sustrato, lo que determinó el aumento de la frecuencia de riego desde el 25 de octubre, de una a dos veces por semana. Se realizó un desmalezado periódico en la medida de considerarse necesario.

La evaluación de la germinación finalizó la semana del 22 al 26 de noviembre de 2010, determinándose el total de semillas germinadas para cada localidad de colecta y fecha de siembra. Sin embargo, sólo se contó con esta información final y no con los datos parciales y específicos de ocurrencia de la germinación.

Para analizar estadísticamente los datos, se utilizó el software InfoStat versión 2011/P, con el cual se realizó un análisis de varianza tradicional con un nivel de confianza del 95%. No obstante, antes de realizar dicho análisis, fue necesario transformar los valores de la germinación expresada con el objetivo de que cumplieran con los supuestos de normalidad del modelo estadístico utilizado. Para esto se utilizó la transformación de Bliss o también conocida como transformación angular y que responde a la aplicación de la siguiente operación:

$$Y' = \text{arc sen} (\text{raíz} (p / 100))$$

donde  $p$  es el valor en porcentaje de la variable observada (Ostle, 1968; Box y Hunter, 1989). El test de comparación utilizado fue el de Tukey (1953). El modelo utilizado fue:

$$Y = \mu + T + R + E$$

Donde:

$\mu$ : Promedio,

T: Efecto de la zona de colecta,

R: Efecto de la fecha de colecta y

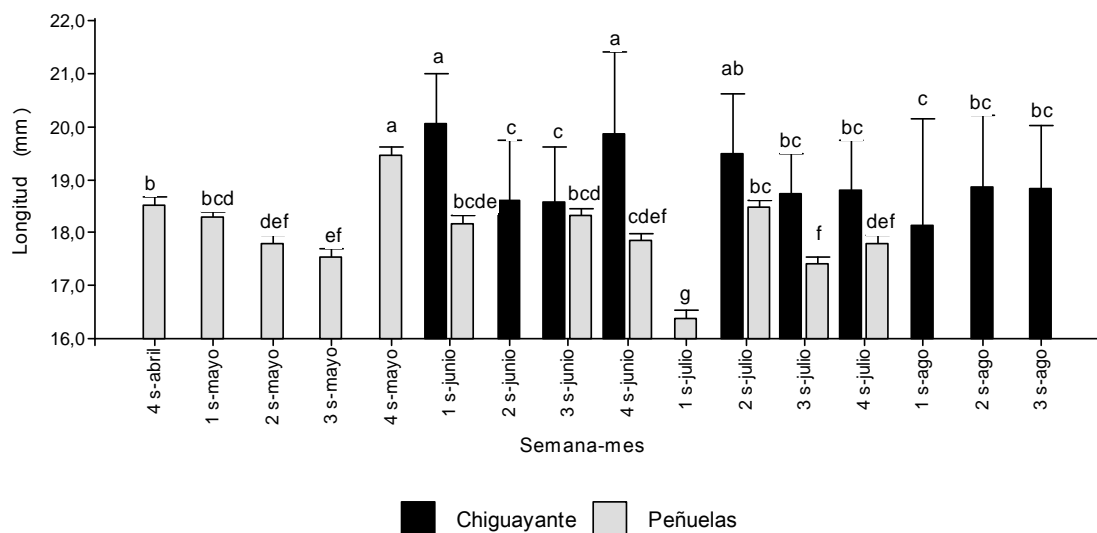
E: Residuo o error no explicado por las fuentes anteriores.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Caracterización física de piñones cosechados en diferentes fechas y localidades

##### 3.1.1. Longitud de piñones con cáscara

En la Figura 3 se aprecia la longitud de piñones por localidad y fecha de colecta, observándose un comportamiento más bien errático aunque con una leve tendencia a disminuir el tamaño de piñones a medida que se cosecha más tardíamente en ambas localidades.



Nota: Letras minúsculas sobre las barras indican diferencias significativas entre los tratamientos según la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ )

**Figura 3. Longitud promedio de piñones con cáscara según fecha y localidad de colecta**

##### Peñuelas

Para la localidad de Peñuelas, la longitud de piñones con cáscara varió entre 16,4 y 19,5 mm, observándose diferencias significativas según la semana de colecta de conos (Cuadro 4, Apéndice I1). La mayor longitud se obtuvo en la colecta de la última semana de mayo y la menor en la de la primera semana de julio.

**Cuadro 4. Longitud media de piñones con cáscara en Peñuelas**

| Semana-mes | Longitud media (mm) $\pm$ D.E. |
|------------|--------------------------------|
| 4 s-abril  | 18,52 $\pm$ 1,07 b             |
| 1 s-mayo   | 18,28 $\pm$ 0,76 bcd           |
| 2 s-mayo   | 17,79 $\pm$ 1,05 def           |
| 3 s-mayo   | 17,55 $\pm$ 1,09 ef            |
| 4 s-mayo   | 19,47 $\pm$ 0,89 a             |
| 1 s-junio  | 18,17 $\pm$ 1,07 bcde          |
| 3 s-junio  | 18,34 $\pm$ 0,82 bcd           |
| 4 s-junio  | 17,86 $\pm$ 0,96 cdef          |
| 1 s-julio  | 16,39 $\pm$ 1,07 g             |
| 2 s-julio  | 18,49 $\pm$ 0,80 bc            |
| 3 s-julio  | 17,42 $\pm$ 0,90 f             |
| 4 s-julio  | 17,80 $\pm$ 1,11 def           |

Letras minúsculas indican diferencias significativas entre los tratamientos según la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Además existe una correlación entre la longitud de piñones con cáscara y la oportunidad de colecta (-26%), que indica que los piñones más pequeños se obtuvieron en las fechas más tardías de colecta.

### **Chiguayante**

En la localidad de Chiguayante los piñones obtenidos variaron entre 18,1 y 20,1 mm, con diferencias significativas de acuerdo a la fecha de colecta. Si bien en esta localidad se inició la colecta de conos posterior a Peñuelas, presumiendo una maduración posterior, la mayor longitud se obtuvo la primera semana de junio, sólo una semana posterior al mayor valor obtenido en Peñuelas (Cuadro 5, Apéndice I2).

**Cuadro 5. Longitud media de piñones con cáscara en Chiguayante**

| Semana-mes | Longitud media (mm) $\pm$ D.E. |
|------------|--------------------------------|
| 1 s-junio  | 20,05 $\pm$ 0,93 a             |
| 2 s-junio  | 18,60 $\pm$ 1,15 c             |
| 3 s-junio  | 18,58 $\pm$ 1,04 c             |
| 4 s-junio  | 19,87 $\pm$ 1,53 a             |
| 2 s-julio  | 19,48 $\pm$ 1,15 ab            |
| 3 s-julio  | 18,74 $\pm$ 0,73 bc            |
| 4 s-julio  | 18,81 $\pm$ 0,95 bc            |
| 1 s-agosto | 18,13 $\pm$ 2,00 c             |
| 2 s-agosto | 18,86 $\pm$ 1,35 bc            |
| 3 s-agosto | 18,83 $\pm$ 1,20 bc            |

Letras minúsculas indican diferencias significativas entre los tratamientos según la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

La correlación entre fecha de colecta y longitud de piñones es -20%.

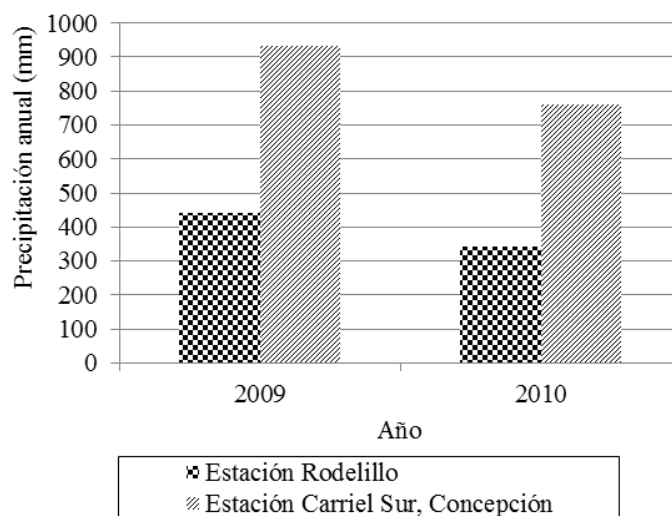
En términos generales, la longitud de los piñones con cáscara procedentes de Chiguayante son en promedio 5,6% superiores a los de Peñuelas.

La longitud de piñones es similar a levemente superior a la descrita por Serra (1987), quien indica valores entre 17 y 18 mm. También es similar a lo sostenido por Carnevale (1955), quien indica una longitud entre 15 y 16 mm y hasta 20 mm.

Sin embargo, se concuerda con Borrero (2004) la cual indica una alta variabilidad en el tamaño y peso de piñones en relación a las condiciones de suelo, clima y localización geográfica de los piñoneros. Según Gordo (2004), la precipitación y la disponibilidad hídrica son los factores más importantes en la producción de piñas y piñones, y Mutke (2009), por su parte, indica que el tamaño de piñones es directamente proporcional al tamaño de la piña, aspecto no evaluado en esta Memoria.

En este caso particular, el tamaño de los piñones es superior más al sur, lo que de acuerdo a Gordo (2004) y Mutke *et al.* (2005 y 2006) se debería al aumento de las precipitaciones.

Específicamente en las localidades estudiadas, la precipitación anual el año de colecta y el previo a ella fue superior en más de 200% en Chiguayante en relación a Peñuelas (Figura 4).



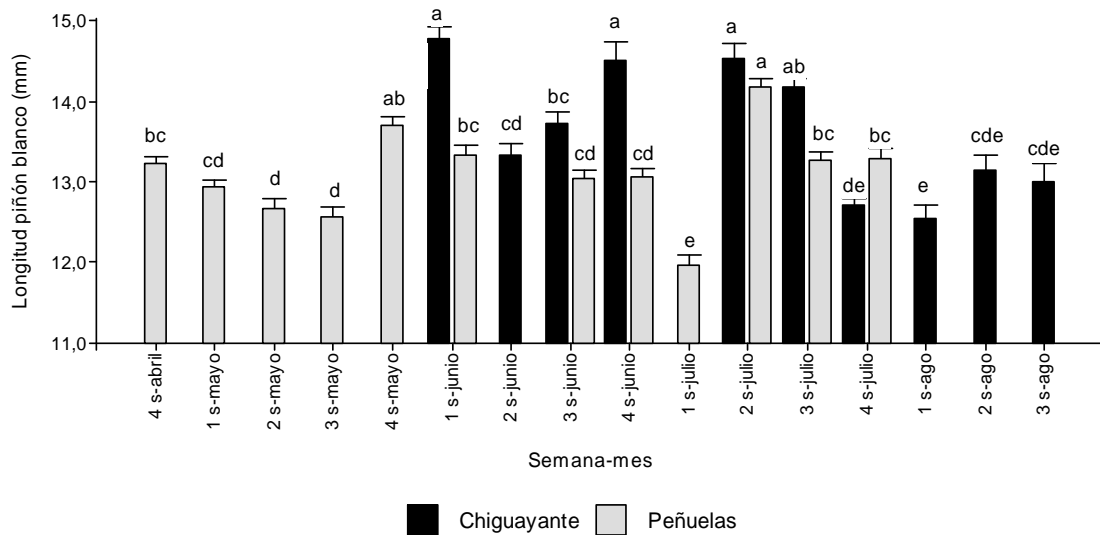
**Figura 4. Precipitación anual en las estaciones meteorológicas más cercanas a las localidades de colecta de piñas.**

Lo anterior es coincidente con Álvarez (2010), quien indica que el tamaño medio de los piñones en Chile presenta una reducción en los sectores con precipitaciones por debajo de los 400 mm anuales, con una tendencia ascendente a medida que ésta aumenta, y en zonas donde las precipitaciones superan 1.300 mm anuales se presentan las mayores cifras.

Álvarez (2010), no encontró diferencias significativas en la longitud de piñones colectados desde localidades de temperaturas medias entre 11,5 y 14,5 °C, variando éstos entre 18,5 y 19,0 mm. En relación a esta aseveración, los piñones de Chiguayante fueron 5,6% superior a los de Peñuelas, donde las temperaturas medias anuales son del orden de 12,2 y 13,9 °C, respectivamente.

### 3.1.2. Longitud de piñones blancos

Al igual que lo obtenido en piñones con cáscara, los piñones blancos procedentes de Chiguayante tienden a ser más pequeños mientras más tardía es la cosecha, pero en Peñuelas, ocurre lo contrario; los piñones blancos de esta localidad presentan una leve tendencia al alza (Figura 5).



Nota: Letras minúsculas sobre las barras indican diferencias significativas entre los tratamientos según la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

**Figura 5. Longitud promedio de piñones blancos según fecha y localidad de colecta**

#### Peñuelas

El análisis de varianza realizado indica que existen diferencias significativas en la longitud de piñones blancos (sin cáscara) según la semana de colecta (Cuadro 6, Apéndice I3). Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre en los piñones con cáscara, en éstos no existe correlación entre la longitud de ellos y la oportunidad de colecta, observándose que las colectas de la segunda y primera semana de julio permiten los valores extremos, de 14,18 mm y 11,96 mm, respectivamente.

**Cuadro 6. Longitud media de piñones blancos en Peñuelas**

| Semana-mes | Longitud media (mm) $\pm$ D.E. |
|------------|--------------------------------|
| 4 s-abril  | 13,22 $\pm$ 0,67 bc            |
| 1 s-mayo   | 12,94 $\pm$ 0,65 cd            |
| 2 s-mayo   | 12,68 $\pm$ 0,85 d             |
| 3 s-mayo   | 12,56 $\pm$ 0,93 d             |
| 4 s-mayo   | 13,70 $\pm$ 0,70 ab            |
| 1 s-junio  | 13,34 $\pm$ 0,87 bc            |
| 3 s-junio  | 13,03 $\pm$ 0,74 cd            |
| 4 s-junio  | 13,05 $\pm$ 0,85 cd            |
| 1 s-julio  | 11,96 $\pm$ 0,98 e             |
| 2 s-julio  | 14,18 $\pm$ 0,70 a             |
| 3 s-julio  | 13,27 $\pm$ 0,75 bc            |
| 4 s-julio  | 13,29 $\pm$ 0,79 bc            |

Letras minúsculas indican diferencias significativas entre los tratamientos según la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Dado que la longitud de piñones blancos es igual estadísticamente en aquellos colectados la segunda semana de julio y la cuarta semana de mayo, se podría recomendar coleccionar piñones desde fines de mayo.

### **Chiguayante**

Los piñones colectados en Chiguayante presentaron, al igual que en Peñuelas, diferencias significativas en su tamaño al evaluarlos blancos, en relación a la fecha de colecta (Cuadro 7, Apéndice I4). Su longitud varió entre 14,77 mm (colecta de la primera semana de junio) y 12,55 mm (colecta de primera semana de agosto), con una correlación entre la longitud y la oportunidad de colecta (-36%), que indica que los piñones más pequeños se obtuvieron en las fechas más tardías de colecta.

Los piñones blancos procedentes de Chiguayante fueron, en promedio, 4,4% superiores que aquellos cosechados en Peñuelas.

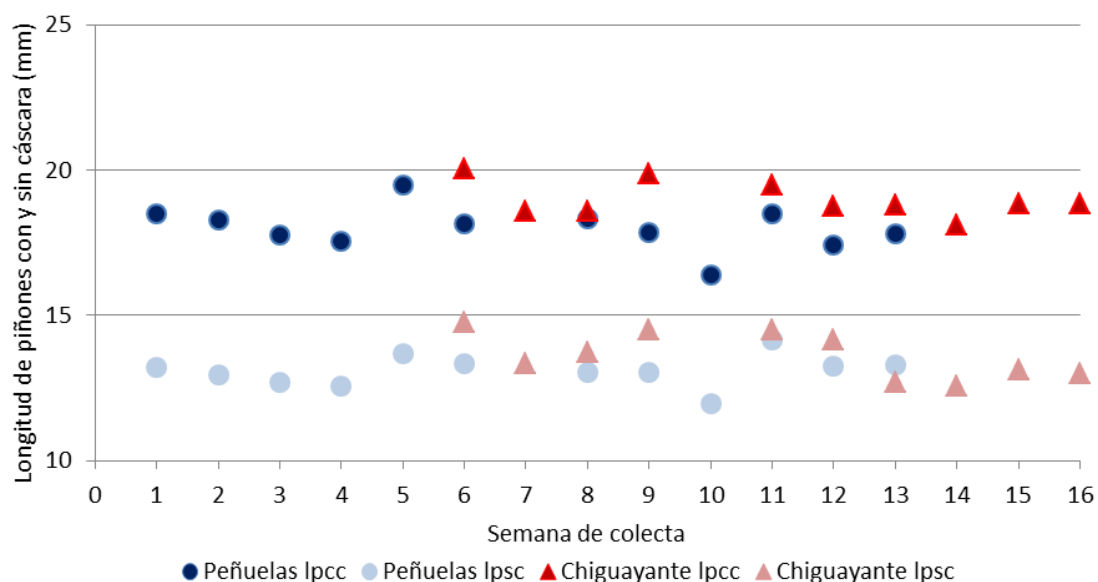
En la Figura 6 se aprecia la evolución de la longitud de los piñones, tanto con cáscara (lpcc) como sin cáscara o blancos (lpbc), en ambas localidades de colecta. La primera semana de colecta corresponde a fines de abril, y la décimosexta semana de colecta corresponde a la tercera de agosto. Como se indicó anteriormente, las mayores longitudes de piñones ocurren la quinta semana de colecta (cuarta semana de mayo) en Peñuelas y sexta semana (primera de junio) en Chiguayante.

**Cuadro 7. Longitud media de piñones blancos en Chiguayante**

| Semana-mes | Longitud media (mm) $\pm$ D.E. |
|------------|--------------------------------|
| 1 s-junio  | 14,77 $\pm$ 1,09 a             |
| 2 s-junio  | 13,33 $\pm$ 0,93 cd            |
| 3 s-junio  | 13,73 $\pm$ 0,95 bc            |
| 4 s-junio  | 14,51 $\pm$ 1,60 a             |
| 2 s-julio  | 14,52 $\pm$ 1,23 a             |
| 3 s-julio  | 14,17 $\pm$ 0,66 ab            |
| 4 s-julio  | 12,70 $\pm$ 0,61 de            |
| 1 s-agosto | 12,55 $\pm$ 1,04 e             |
| 2 s-agosto | 13,15 $\pm$ 1,21 cde           |
| 3 s-agosto | 13,00 $\pm$ 1,51 cde           |

Letras minúsculas indican diferencias significativas entre los tratamientos según la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Existe una mayor correlación de la longitud con y sin cáscara en los piñones de Chiguayante (66%) que en los de Peñuelas (57%).



**Figura 6. Longitud de piñones con y sin cáscara según semana y localidad de colecta**

Respecto de piñones blancos, en Chile se han reportado valores entre 11,7 y 14,3 mm (Álvarez, 2010), similares a los obtenidos en este estudio. Asimismo, la relación de piñón con y sin cáscara obtenido por la autora es del 76,5%, similar a 72,8% y 71,8% obtenido en Peñuelas y Chiguayante, respectivamente.

La longitud de piñones en Peñuelas y Chiguayante presenta correlación con la época de colecta, sin embargo la de piñones sin cáscara provenientes de Peñuelas no presenta esta correlación, lo que podría deberse a que éstos continúan creciendo dadas las mayores temperaturas, aspecto que debiera evaluarse en mayor profundidad, puesto que Mutke *et al.* (2005) indican que en el verano anterior a la maduración de la piña, ya no crecen los piñones sino que sólo la piña, y por este motivo, no se esperaría una gran variación en el tamaño de los piñones.

En base a lo anterior, se debiera continuar el estudio de producción de piñas, su tamaño y su efecto en el tamaño de piñones con y sin cáscara, considerando un período más extenso de colecta para detectar diferencias, sin embargo se debe tener presente lo expresado por Mutke, (2009), quien indica que el tamaño del piñón no influye en su calidad. Al respecto, la Norma UNECE<sup>5</sup> DDP-12 concerniente al comercio y control de calidad de piñones, si bien indica que ellos no requieren ser clasificados por tamaño, se pueden presentar por grados de tamaño, aceptándose hasta un 20% de piñones fuera del tamaño señalado. Este aspecto podría tener una repercusión económica interesante de analizar.

### **3.1.3. Flexión**

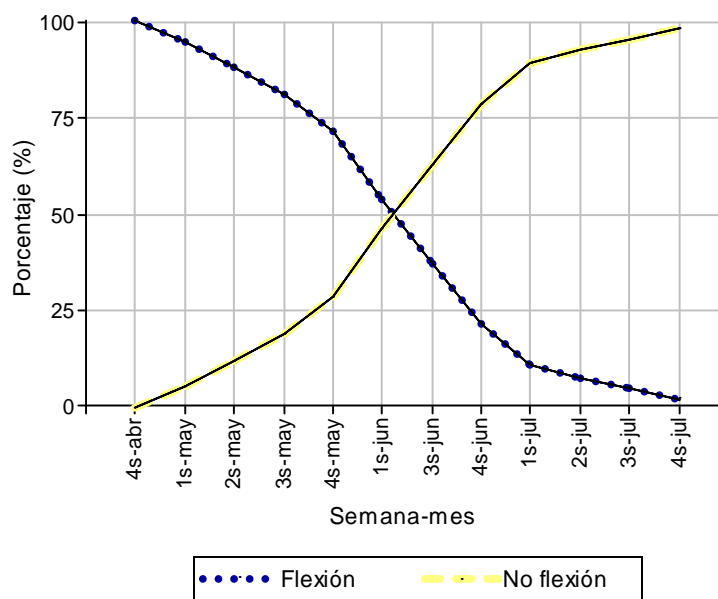
#### **Peñuelas**

Tal como se indicó en el método, para este análisis se utilizaron datos binarios asignando el valor uno a piñones maduros (sin flexión) y cero a los inmaduros.

En la Figura 7 se observa el porcentaje de piñones que se flexionaron y que no se flexionaron para las distintas semanas de colecta, apreciándose una tendencia a la disminución de la flexión y un aumento de piñones no flectados con el paso del tiempo, produciéndose el punto de inflexión, con más del 50% de piñones maduros, luego de la primera semana de junio.

---

<sup>5</sup> United Nations Economic Commission for Europe



**Figura 7. Flexión de piñones en Peñuelas**

Un porcentaje elevado de piñones estuvo maduro desde la tercera semana de junio (Cuadro 8), con diferencias estadísticamente significativas ( $X^2$  Pearson=400,53;  $gl=11$ ;  $p < 0,0001$ ;  $X^2$  MV-G2=508,66;  $gl=11$ ;  $p < 0,0001$ ) (Apéndice I5).

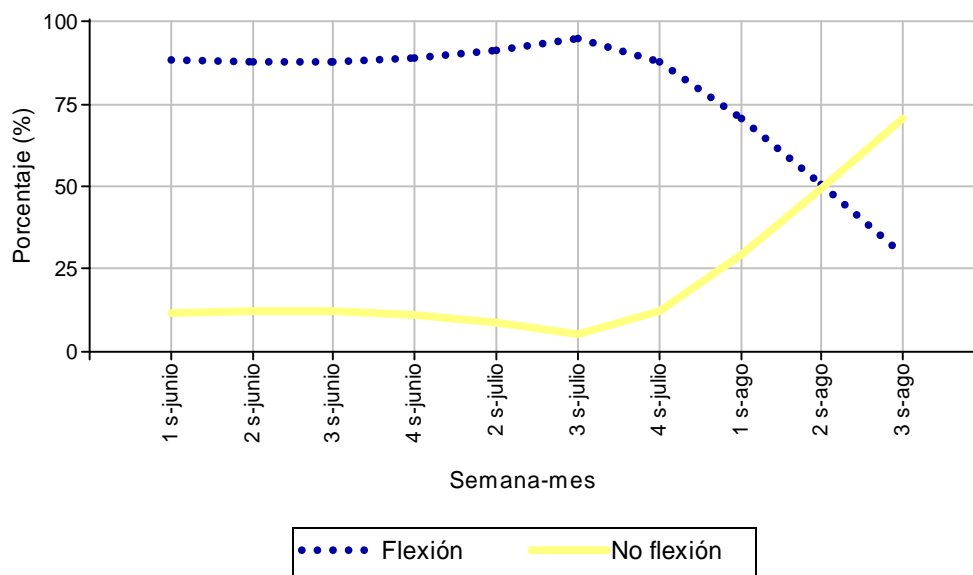
**Cuadro 8. Análisis de contingencia de frecuencias absolutas y relativas de la flexión en Peñuelas**

| Semana-mes | Flexión de piñones       |                         |                          |                         |
|------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
|            | Se flexiona (Inmaduros)  |                         | No se flexiona (Maduros) |                         |
|            | Frecuencia absoluta (N°) | Frecuencia relativa (%) | Frecuencia absoluta (N°) | Frecuencia relativa (%) |
| 4 s-abril  | 46                       | 92                      | 4                        | 8                       |
| 1 s-mayo   | 50                       | 100                     | 0                        | 0                       |
| 2 s-mayo   | 46                       | 92                      | 4                        | 8                       |
| 3 s-mayo   | 50                       | 100                     | 0                        | 0                       |
| 4 s-mayo   | 20                       | 40                      | 30                       | 60                      |
| 1 s-junio  | 42                       | 84                      | 8                        | 16                      |
| 3 s-junio  | 18                       | 36                      | 32                       | 64                      |
| 4 s-junio  | 1                        | 2                       | 49                       | 98                      |
| 1 s-julio  | 3                        | 6                       | 47                       | 94                      |
| 2 s-julio  | 9                        | 18                      | 41                       | 82                      |
| 3 s-julio  | 1                        | 2                       | 49                       | 98                      |
| 4 s-julio  | 0                        | 0                       | 50                       | 100                     |

## Chiguayante

La flexión de piñones colectados en Chiguayante disminuye a medida que la colecta de conos es más tardía, a su vez que la no flexión o rigidez aumenta, indicando así una madurez de los piñones. El punto de inflexión según líneas de tendencia, ocurre la segunda semana de agosto (Figura 8).

La segunda semana de agosto aumentó considerablemente el porcentaje de piñones maduros (Cuadro 9), con diferencias estadísticamente significativas ( $X^2$  Pearson=148,68;  $gl=9$ ;  $p < 0,0001$ ;  $X^2$  MV-G2=159,47;  $gl=9$ ;  $p < 0,0001$ ) (Apéndice I6).

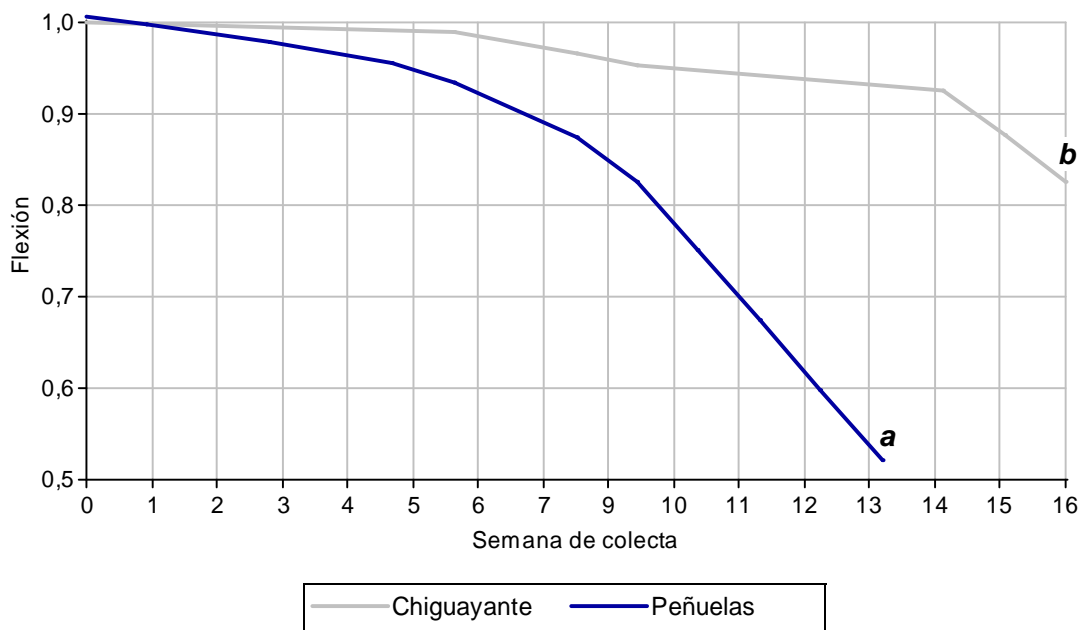


**Figura 8. Flexión de piñones Chiguayante**

Las curvas de Kaplan-Meier indicaron que existen diferencias estadísticamente significativas para la época de colecta sobre la flexión de piñones ( $X^2=116,230$ ;  $p=0,00000$ ). En particular, se observa que la flexión disminuye considerablemente a partir de la octava semana de colecta (tercera de junio) en Peñuelas y de la décimo cuarta (primera de agosto) en Chiguayante, coincidiendo con el análisis anterior (Figura 9).

**Cuadro 9. Análisis de contingencia de frecuencias absolutas y relativas de la flexión en Chiguayante**

| Semana-mes | Flexión de piñones       |                         |                          |                         |
|------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
|            | Se flexiona (Inmaduros)  |                         | No se flexiona (Maduros) |                         |
|            | Frecuencia absoluta (N°) | Frecuencia relativa (%) | Frecuencia absoluta (N°) | Frecuencia relativa (%) |
| 1 s-junio  | 40                       | 80                      | 10                       | 20                      |
| 2 s-junio  | 50                       | 100                     | 0                        | 0                       |
| 3 s-junio  | 45                       | 90                      | 5                        | 10                      |
| 4 s-junio  | 35                       | 70                      | 15                       | 30                      |
| 2 s-julio  | 40                       | 100                     | 0                        | 0                       |
| 3 s-julio  | 40                       | 100                     | 0                        | 0                       |
| 4 s-julio  | 40                       | 100                     | 0                        | 0                       |
| 1 s-agosto | 32                       | 80                      | 8                        | 20                      |
| 2 s-agosto | 12                       | 30                      | 28                       | 70                      |
| 3 s-agosto | 16                       | 40                      | 24                       | 60                      |

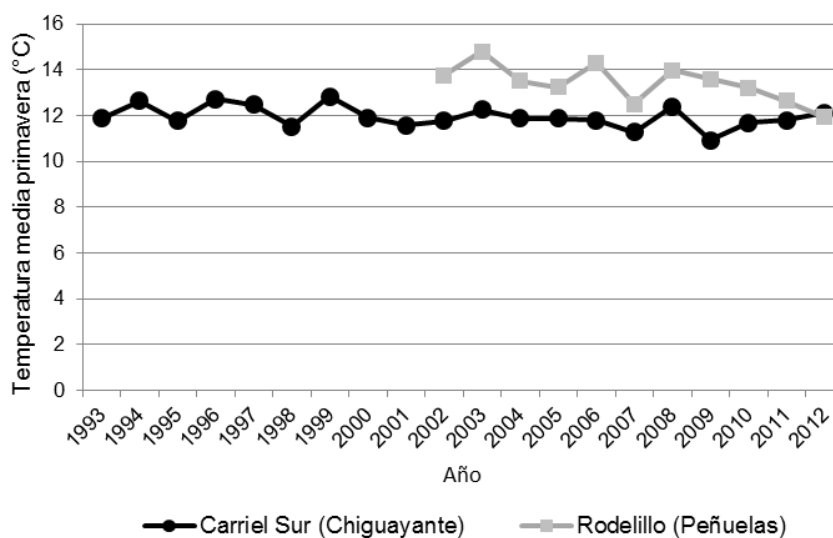


**Figura 9. Curvas de sobrevivencia Kaplan Meier para la flexión**

De acuerdo a los antecedentes de flexión obtenidos, los piñones presentan en más del 50% de los casos madurez después de la primera semana de junio en Peñuelas y después de la segunda semana de agosto en Chiguayante.

Venegas (2010) indica que en la zona de Toconey (Región del Maule), la época de cosecha de piñas comienza a mediados de mayo y se extiende hasta fines de octubre, período que coincide con estos resultados y con lo descrito por Gordo *et al.* (2005), quienes definen la época de cosecha en España entre mediados de noviembre a abril, equivalente a mayo a octubre en el Hemisferio Sur. Sin embargo, se discrepa de Mutke *et al.* (2005), quienes sostienen que ésta comienza en octubre y finaliza a mediados de noviembre en el Hemisferio Norte, por lo que en Chile este proceso se verificaría entre abril y mayo.

Los autores precedentes indican además como probable un cambio del calendario fenológico del ciclo reproductivo de la especie debido al cambio climático, estimando que en el centro de España se adelanta cerca de una semana por grado de incremento de la temperatura media primaveral (*Op.cit.*). Sin embargo, este fenómeno no se ha observado en la zona de estudio, (Figura 10), no estimándose un adelanto en la época de cosecha.



**Figura 10. Temperatura media primaveral en las áreas de estudio**

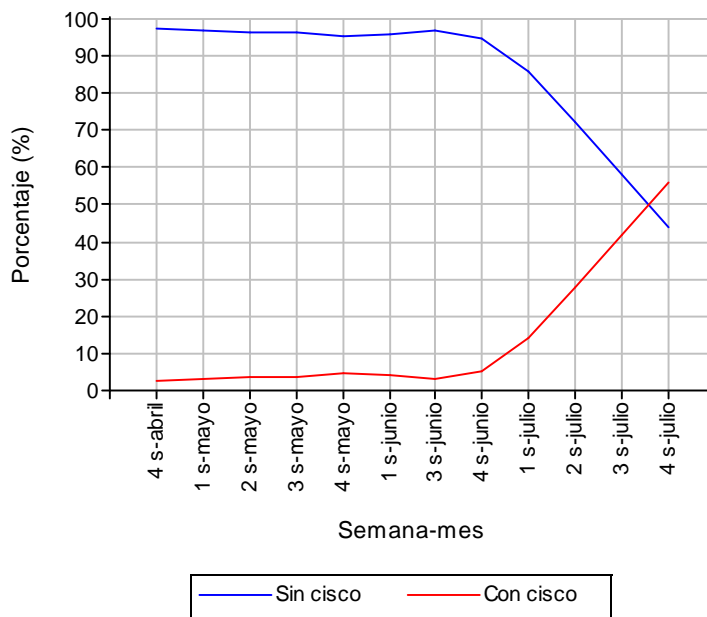
Dado que la especie presenta añerismo, se debiera evaluar su producción en un período de al menos 6-8 años para tener un antecedente concreto de productividad. Junto con eso, es importante un análisis fenológico, debido a que los factores climáticos son los más influyentes en la producción de semillas en especies de la familia *Pinaceae* (Abellanas, 1990; Gordo *et al.*, 1999).

### 3.1.4. Cisco

#### Peñuelas

A partir de la segunda semana de julio cerca de un 40% de los piñones presentó el polvillo negro característico de la madurez de ellos, aumentando sólo a poco más del 50% la última semana de cosecha, es decir cuarta semana de julio (Figura 11).

En el Cuadro 10 se aprecian los valores obtenidos, y el análisis estadístico realizado indicó diferencias significativas para el cisco de los piñones colectados en diferentes fechas ( $X^2$  Pearson=181,5;  $gl=11$ ;  $p<0,0001$ ;  $X^2$  MV-G2=179,71;  $gl=11$ ;  $p<0,0001$ ) (Apéndice I7).



**Figura 11. Cisco de piñones en Peñuelas**

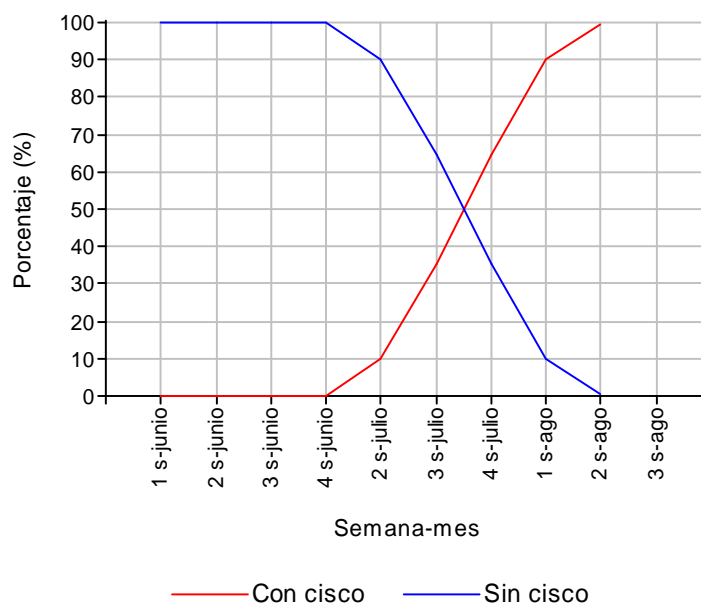
**Cuadro 10. Análisis de contingencia de frecuencias absolutas y relativas del cisco en Peñuelas**

| Semana-mes | Cisco de piñones         |                         |                          |                         |
|------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
|            | Sin cisco (Inmaduros)    |                         | Con cisco (Maduros)      |                         |
|            | Frecuencia absoluta (N°) | Frecuencia relativa (%) | Frecuencia absoluta (N°) | Frecuencia relativa (%) |
| 4 s-abril  | 50                       | 100                     | 0                        | 0                       |
| 1 s-mayo   | 46                       | 92                      | 4                        | 8                       |
| 2 s-mayo   | 50                       | 100                     | 0                        | 0                       |
| 3 s-mayo   | 47                       | 94                      | 3                        | 6                       |
| 4 s-mayo   | 50                       | 100                     | 0                        | 0                       |
| 1 s-junio  | 44                       | 88                      | 6                        | 12                      |
| 3 s-junio  | 50                       | 100                     | 0                        | 0                       |
| 4 s-junio  | 24                       | 100                     | 0                        | 0                       |
| 1 s-julio  | 50                       | 100                     | 0                        | 0                       |
| 2 s-julio  | 31                       | 62                      | 19                       | 38                      |
| 3 s-julio  | 28                       | 56                      | 22                       | 44                      |
| 4 s-julio  | 24                       | 48                      | 26                       | 52                      |
| Total      | 520                      | 86,67                   | 80                       | 13,33                   |

### **Chiguayante**

Al igual que en Peñuelas, la presencia de polvillo negro o cisco presenta su punto de inflexión entre la tercera y cuarta semana de julio, pero a diferencia de la localidad anterior, en este caso se observó que posterior a esa fecha la totalidad de los piñones presentó el cisco (Cuadro 11, Figura 12).

El análisis estadístico indicó diferencias estadísticamente significativas entre las distintas semanas de colecta sobre el cisco de los piñones en Chiguayante ( $X^2$  Pearson=440,00;  $gl=9$ ;  $p < 0,0001$ ;  $X^2$  MV-G2=576,82;  $gl=9$ ;  $p < 0,0001$ ) (Apéndice I8).



**Figura 12. Cisco de piñones en Chiguayante**

**Cuadro 11. Análisis de contingencia de frecuencias absolutas y relativas del cisco en Chiguayante**

| Semana-mes | Cisco de piñones         |                         |                          |                         |
|------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
|            | Sin cisco (Inmaduros)    |                         | Con cisco (Maduros)      |                         |
|            | Frecuencia absoluta (N°) | Frecuencia relativa (%) | Frecuencia absoluta (N°) | Frecuencia relativa (%) |
| 1 s-junio  | 50                       | 100                     | 0                        | 0                       |
| 2 s-junio  | 50                       | 100                     | 0                        | 0                       |
| 3 s-junio  | 50                       | 100                     | 0                        | 0                       |
| 4 s-junio  | 50                       | 100                     | 0                        | 0                       |
| 2 s-julio  | 50                       | 100                     | 0                        | 0                       |
| 3 s-julio  | 50                       | 100                     | 6                        | 0                       |
| 4 s-julio  | 40                       | 0                       | 40                       | 100                     |
| 1 s-agosto | 0                        | 0                       | 40                       | 100                     |
| 2 s-agosto | 0                        | 0                       | 40                       | 100                     |
| 3 s-agosto | 0                        | 0                       | 40                       | 100                     |
| Total      | 280                      | 63,64                   | 160                      | 36,36                   |

Como menciona Carneros (2009), la maduración de la semilla y su caída se provoca con la dehiscencia o apertura de las piñas; la semilla o piñón con cáscara, está recubierta por un polvillo marrón oscuro o negro, una cáscara medio leñosa de color marrón claro, y una cubierta interna que encierra al embrión. En España después de la fiesta de Todos los

Santos (1/11), el cisco –polvillo que cubre la semilla- está negro, signo de madurez aunque estaría maduro desde antes, como indicado por el dicho “en San Francisco (4/10), piñón con cisco” (Loewe y González, 2012). Estas fechas, equivalentes al 1 de mayo y 4 de abril, respectivamente, en el Hemisferio Sur, son anticipadas en relación a lo observado, donde sólo las colectas desde fines de julio permitieron apreciar esta característica de madurez.

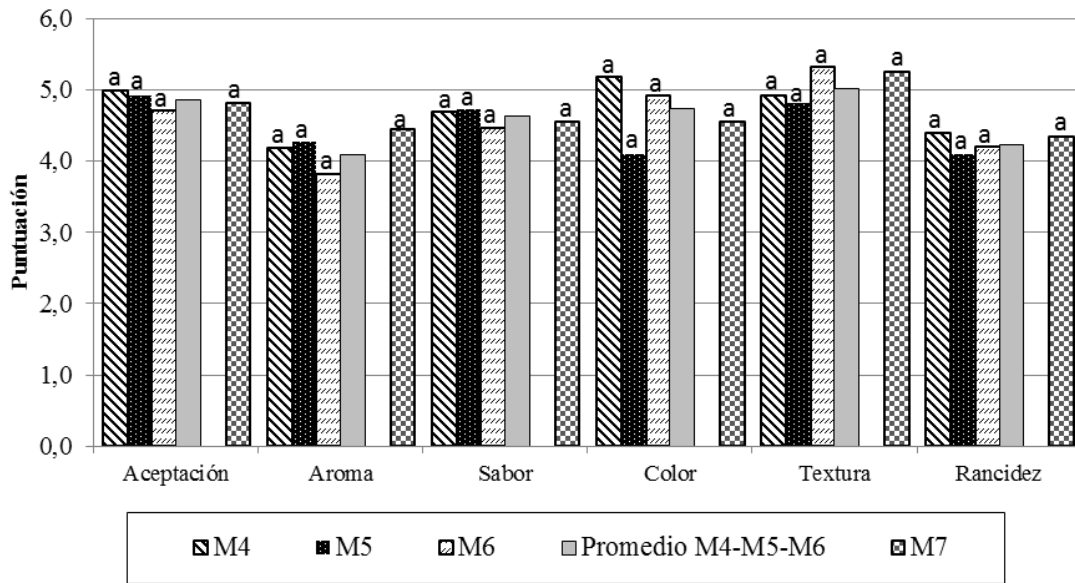
Dado que la madurez de piñones en relación a la flexión y cisco ocurre a destiempo, habría que evaluarlas en mayor profundidad para poder concluir al respecto. En todo caso, la norma europea concerniente al comercio y control de calidad de piñones sólo indica que los piñones deben ser enteros, sanos, sin indicios de germinación, humedad no superior al 6% y no necesitan ser clasificados por tamaño, entre los principales requerimientos, no haciendo mención ni a la flexión, ni al cisco.

### **3.2. Características organolépticas de los piñones, según fecha y sitio de colecta**

Los piñones cosechados en Peñuelas y en Chiguayante no presentaron diferencias significativas en las variables organolépticas evaluadas, tanto entre ellos mismos como en relación al patrón, que corresponde a una mezcla de piñones maduros colectados el mismo año previo a la realización de la evaluación, es decir, frescos.

#### **3.2.1. Peñuelas**

En Peñuelas, el mejor aroma se obtuvo con piñones de la muestra M5 (colecta de primera quincena de mayo), aunque el patrón fue superior; en cuanto al sabor éste fue mejor en la muestra M5 (4,73), superior al patrón (4,55); el color tuvo mayor puntuación en la muestra M4 (colecta de segunda quincena de abril) (5,18), superior al patrón, que sólo tuvo 4,55; la textura, fue superior en la muestra M6 (colecta de segunda quincena de mayo) y la rancidez presentó un mejor puntaje en la muestra M4, al igual que para el color. La aceptación general también fue superior en la muestra M4 (4,98), seguida de la M5 y luego el patrón (Figura 13; Apéndice II1).



Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Figura 13. Resultados de la evaluación sensorial en piñones provenientes de Peñuelas**

Para dar mayor robustez al análisis previo, se categorizaron las puntuaciones emitidas por los panelistas respecto a la muestra evaluada, en bueno, regular y malo, considerando como bueno entre 5,1 y 7,0, regular entre 3,1 y 5,0 y malo entre 1,0 y 3,0; luego, el análisis de contingencia realizado indicó, al igual que el anterior, que no existen diferencias entre la muestra y la opinión emitida por los panelistas, no obstante, se observó un mayor porcentaje de respuestas en la clase regular para todas las variables evaluadas, excepto textura, donde se obtuvo un similar porcentaje de piñones buenos y regulares (Cuadro 12 y Apéndice II3)

**Cuadro 12. Análisis de contingencia de frecuencias absolutas y relativas del aroma, sabor, color, textura, rancidez y aceptación de piñones - Peñuelas**

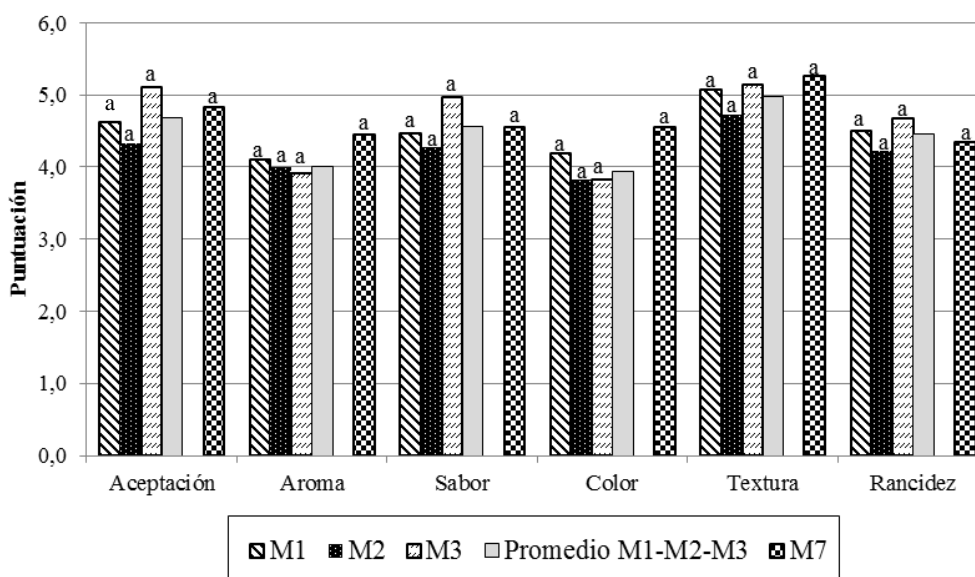
| Muestra | Evaluación               |                         |                          |                         |                          |                         |
|---------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
|         | Bueno                    |                         | Regular                  |                         | Malo                     |                         |
|         | Frecuencia absoluta (N°) | Frecuencia relativa (%) | Frecuencia absoluta (N°) | Frecuencia relativa (%) | Frecuencia absoluta (N°) | Frecuencia relativa (%) |
|         | <b>Aroma</b>             |                         |                          |                         |                          |                         |
| M4*     | 2                        | 18,18                   | 8                        | 72,73                   | 1                        | 9,09                    |
| M5*     | 1                        | 9,09                    | 9                        | 81,82                   | 1                        | 9,09                    |
| M6*     | 0                        | 0,00                    | 9                        | 81,82                   | 2                        | 18,18                   |
| M7*     | 1                        | 9,09                    | 9                        | 81,82                   | 1                        | 9,09                    |
| Total   | 4                        | 9,09                    | 35                       | 79,55                   | 5                        | 11,36                   |
|         | <b>Sabor</b>             |                         |                          |                         |                          |                         |
| M4      | 4                        | 36,36                   | 5                        | 45,45                   | 2                        | 18,18                   |
| M5      | 4                        | 36,36                   | 5                        | 45,45                   | 2                        | 18,18                   |
| M6      | 4                        | 36,36                   | 4                        | 36,36                   | 3                        | 27,27                   |
| M7      | 2                        | 18,18                   | 6                        | 54,55                   | 3                        | 27,27                   |
| Total   | 14                       | 31,82                   | 20                       | 45,45                   | 10                       | 22,73                   |
|         | <b>Color</b>             |                         |                          |                         |                          |                         |
| M4      | 3                        | 27,27                   | 8                        | 72,73                   | 0                        | 0,00                    |
| M5      | 2                        | 18,18                   | 5                        | 45,45                   | 4                        | 36,36                   |
| M6      | 4                        | 36,36                   | 6                        | 54,55                   | 1                        | 9,09                    |
| M7      | 3                        | 27,27                   | 5                        | 45,45                   | 3                        | 27,27                   |
| Total   | 12                       | 27,27                   | 24                       | 54,55                   | 8                        | 18,18                   |
|         | <b>Textura</b>           |                         |                          |                         |                          |                         |
| M4      | 4                        | 36,36                   | 6                        | 54,55                   | 1                        | 9,09                    |
| M5      | 4                        | 36,36                   | 6                        | 54,55                   | 1                        | 9,09                    |
| M6      | 6                        | 54,55                   | 4                        | 36,36                   | 1                        | 9,09                    |
| M7      | 6                        | 54,55                   | 4                        | 36,36                   | 1                        | 9,09                    |
| Total   | 20                       | 45,45                   | 20                       | 45,45                   | 4                        | 9,09                    |
|         | <b>Rancidez</b>          |                         |                          |                         |                          |                         |
| M4      | 2                        | 22,22                   | 4                        | 44,44                   | 3                        | 33,33                   |
| M5      | 1                        | 10,00                   | 6                        | 60,00                   | 3                        | 30,00                   |
| M6      | 1                        | 10,00                   | 8                        | 80,00                   | 1                        | 10,00                   |
| M7      | 1                        | 11,11                   | 5                        | 55,56                   | 3                        | 33,33                   |
| Total   | 5                        | 18,46                   | 23                       | 60,53                   | 10                       | 26,32                   |
|         | <b>Aceptación</b>        |                         |                          |                         |                          |                         |
| M4      | 4                        | 36,36                   | 6                        | 54,55                   | 1                        | 9,09                    |
| M5      | 4                        | 36,36                   | 5                        | 45,45                   | 2                        | 18,18                   |
| M6      | 4                        | 36,36                   | 5                        | 45,45                   | 2                        | 18,18                   |
| M7      | 2                        | 18,18                   | 8                        | 72,73                   | 1                        | 9,09                    |
| Total   | 14                       | 33,77                   | 24                       | 54,55                   | 6                        | 13,64                   |

\*: M4: 2<sup>a</sup> quinena abril; M5: 1<sup>a</sup> quinena mayo; M6: 2<sup>a</sup> quinena mayo; M7: patrón correspondiente a mezcla julio 2012.

### 3.2.2. Chiguayante

En Chiguayante, el mejor aroma se obtuvo con la muestra patrón (M7), mientras que sabor y rancidez fueron mejores en la muestra M3, correspondiente al último período de colecta, 1ª quincena de agosto (4,95/7,0 y 4,67/7,0, respectivamente). El color y la textura también fueron mejores en el patrón, seguidos por M1 en el primer caso, y por M3 en el segundo. La aceptación general fue superior en M3 (5,1/7,0), seguido del patrón (4,82/7,0). Si bien M3 fue la de mayor aceptación, obtuvo la peor puntuación tanto para aroma como para color.

Al igual que lo observado en piñones procedentes de Peñuelas, no existieron diferencias significativas entre las muestras evaluadas (Figura 14, Apéndice II).



Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Figura 14. Resultados de la evaluación sensorial en piñones provenientes de Chiguayante**

Al igual que en Peñuelas, se categorizaron las puntuaciones emitidas por los panelistas en bueno, regular y malo, considerando como bueno entre 5,1 Y 7,0, regular entre 3,1 y 5,0 y malo entre 1,0 y 3,0; luego se efectuó un análisis de contingencia, el que indicó que no existen diferencias entre la muestra y la opinión emitida por los panelistas, no obstante, se observó un mayor porcentaje de respuestas en la clase regular para todas las variables evaluadas excepto textura, donde la mayoría la calificó como buena (47,735%) (Cuadro 13, Apéndice II4).

**Cuadro 13. Análisis de contingencia de frecuencias absolutas y relativas del aroma, sabor, color, textura, rancidez y aceptación de piñones – Chiguayante**

| Muestra | Evaluación               |                         |                          |                         |                          |                         |
|---------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
|         | Bueno                    |                         | Regular                  |                         | Malo                     |                         |
|         | Frecuencia absoluta (N°) | Frecuencia relativa (%) | Frecuencia absoluta (N°) | Frecuencia relativa (%) | Frecuencia absoluta (N°) | Frecuencia relativa (%) |
|         | <b>Aroma</b>             |                         |                          |                         |                          |                         |
| M1*     | 1                        | 9,09                    | 8                        | 72,73                   | 2                        | 18,18                   |
| M2*     | 1                        | 9,09                    | 8                        | 72,73                   | 2                        | 18,18                   |
| M3*     | 0                        | 0,00                    | 9                        | 81,82                   | 2                        | 18,18                   |
| M7*     | 1                        | 9,09                    | 9                        | 81,82                   | 1                        | 9,09                    |
| Total   | 3                        | 6,82                    | 34                       | 77,27                   | 7                        | 15,91                   |
| Muestra | <b>Sabor</b>             |                         |                          |                         |                          |                         |
| M1      | 3                        | 27,27                   | 5                        | 45,45                   | 3                        | 27,27                   |
| M2      | 4                        | 36,36                   | 3                        | 27,27                   | 4                        | 36,36                   |
| M3      | 6                        | 54,55                   | 3                        | 27,27                   | 2                        | 18,18                   |
| M7      | 2                        | 18,18                   | 6                        | 54,55                   | 3                        | 27,27                   |
| Total   | 15                       | 34,09                   | 17                       | 38,64                   | 12                       | 27,27                   |
| Muestra | <b>Color</b>             |                         |                          |                         |                          |                         |
| M1      | 1                        | 9,09                    | 7                        | 63,64                   | 3                        | 27,27                   |
| M2      | 2                        | 18,18                   | 3                        | 27,27                   | 6                        | 54,55                   |
| M3      | 1                        | 9,09                    | 4                        | 36,36                   | 6                        | 54,55                   |
| M7      | 3                        | 27,27                   | 5                        | 45,45                   | 3                        | 27,27                   |
| Total   | 7                        | 15,91                   | 19                       | 43,18                   | 18                       | 40,91                   |
| Muestra | <b>Textura</b>           |                         |                          |                         |                          |                         |
| M1      | 5                        | 45,45                   | 5                        | 45,45                   | 1                        | 9,09                    |
| M2      | 4                        | 36,36                   | 5                        | 45,45                   | 2                        | 18,18                   |
| M3      | 6                        | 54,55                   | 3                        | 27,27                   | 2                        | 18,18                   |
| M7      | 6                        | 54,55                   | 4                        | 36,36                   | 1                        | 9,09                    |
| Total   | 21                       | 47,73                   | 17                       | 38,64                   | 6                        | 13,64                   |
| Muestra | <b>Rancidez</b>          |                         |                          |                         |                          |                         |
| M1      | 2                        | 22,22                   | 5                        | 55,56                   | 2                        | 22,22                   |
| M2      | 2                        | 22,22                   | 3                        | 33,33                   | 4                        | 44,44                   |
| M3      | 3                        | 33,33                   | 4                        | 44,44                   | 2                        | 22,22                   |
| M7      | 1                        | 11,11                   | 5                        | 55,56                   | 3                        | 33,33                   |
| Total   | 8                        | 22,22                   | 17                       | 47,22                   | 11                       | 30,56                   |
| Muestra | <b>Aceptación</b>        |                         |                          |                         |                          |                         |
| M1      | 2                        | 18,18                   | 8                        | 72,73                   | 1                        | 9,09                    |
| M2      | 3                        | 27,27                   | 4                        | 36,36                   | 4                        | 36,36                   |
| M3      | 7                        | 63,64                   | 3                        | 27,27                   | 1                        | 9,09                    |
| M7      | 2                        | 18,18                   | 8                        | 72,73                   | 1                        | 9,09                    |
| Total   | 14                       | 31,82                   | 23                       | 52,27                   | 7                        | 15,91                   |

\*: M1: 1ª quincena julio; M2: 2ª quincena julio; M3: 1ª quincena agosto; M7: Patrón (mezcla julio2012).

Los resultados obtenidos difieren de lo obtenido por González *et al.* (2012) quienes indican características organolépticas positivas para los piñones nacionales, describiéndolos como

de buena calidad para las variables apariencia, sabor y textura (valores entre 7,8 y 8,1 en escala de 1 a 9) y de calidad satisfactoria leve para aroma (valor 6,7 en igual escala). Los autores, a diferencia de este trabajo, utilizaron un panel entrenado en su evaluación.

La muestra 3, que obtuvo la mejor aceptación general (5,1), fue levemente inferior comparativamente a lo obtenido por los mismos autores, quienes indican un valor de 6,8 en escala de 1 a 9; sin embargo, al considerar la muestra peor evaluada (muestra 2; valor 4,3), lo obtenido por dichos autores es superior en más de un 20%.

Estas diferencias se pueden deber a que los piñones se enrancian rápidamente, por lo que es importante considerar su conservación, primordial para garantizar la calidad del producto, tal como lo indica Perea (2008) y Paz (2009). El enranciamiento es consecuencia de la oxidación del aceite del fruto seco, que afecta los ácidos grasos, principalmente los insaturados linoleico y oleico (Salas-Salvadó *et al.*, 2005). Por ello, es recomendable que los piñones pelados se mantengan en frascos de vidrio herméticos en lugares oscuros y secos; en los meses calurosos pueden refrigerarse, porque con el calor se deterioran.

En general, para mantener las propiedades químicas y sensoriales del piñón se recomienda almacenarlos bajo condiciones estrictas de temperatura (0 a 3,3°C) y humedad relativa (<65%). De hecho, en Pedrajas de San Esteban, Valladolid, España, centro elaborador y comercializador del piñón, una vez pelados suelen almacenarlos en cámaras climatizadas o de atmósfera controlada. Cabe mencionar que el piñón con cáscara se puede conservar 4-10 años, lo que facilita su procesamiento durante todo el año y no sólo durante la temporada de cosecha (Loewe y González, 2012). No obstante lo anterior, en Chile se ha observado que una proporción del piñón con cáscara se abre si no se conserva en condiciones protegidas de humedad, coincidiendo con lo afirmado por Gutiérrez (2007), quien recomienda almacenar piñón con cáscara en espacios con cubierta impermeable, de cierre hermético, donde además el suelo y las paredes se tratan con aditivos hidrófugos como barrera anti-humedad. Todos estos aspectos debieran considerarse en el futuro, de manera de lograr las mejores características organolépticas de piñones producidos en Chile, y asegurar una calidad comercializable.

### **3.3. Germinación de semillas según fecha y sitio de colecta**

La germinación de semillas de pino piñonero inició 15 días después de la siembra, observándose la emergencia desde el día 21 (Figura 15).



**Figura 15. Inicio del proceso de germinación (izq.) y de emergencia (der.)**

El día 28 desde la siembra casi la totalidad de las semillas germinadas se encontraron emergidas (Figura 16) y en crecimiento hasta la última evaluación de fines de noviembre (Figura 17)

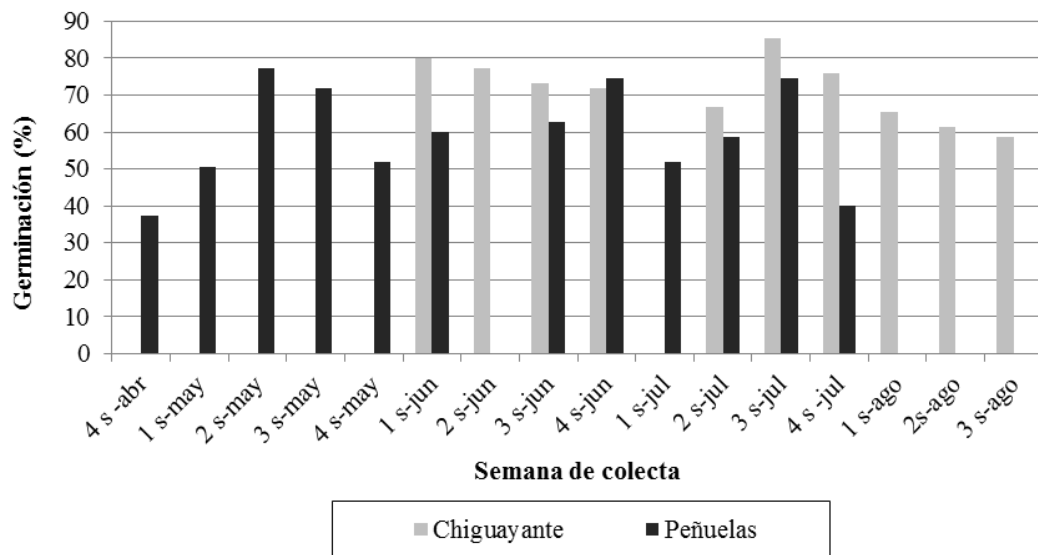


**Figura 16. Emergencia de pino piñonero a los 28 días.**

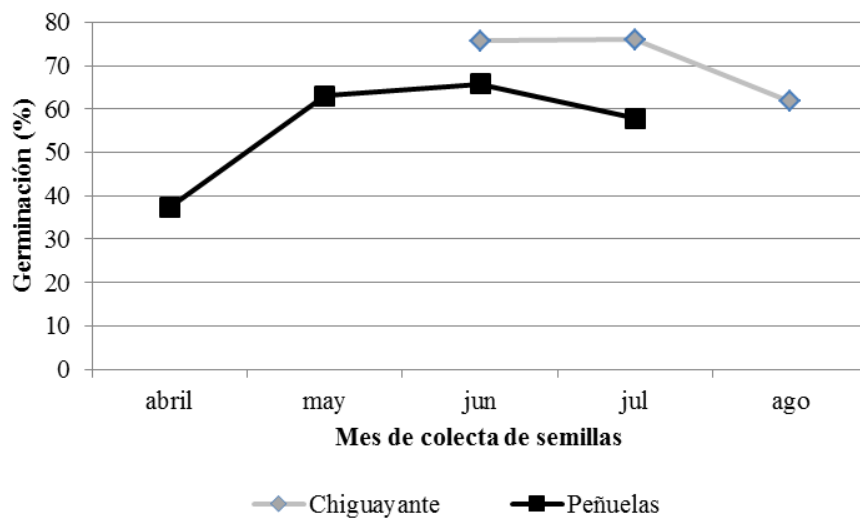


**Figura 17. Plantas de pino piñonero a los 35 días desde la siembra en vivero**

Las medias de capacidad germinativa obtenidas para ambas localidades y diferentes fechas de colecta se presentan en la Figura 18. En la mayoría de los casos, a igual fecha de colecta, la germinación fue superior para semillas procedentes de Chiguayante; en la Figura 18 se aprecia la misma situación agregada a nivel mensual, donde además existiría una tendencia a disminuir la germinación después de junio en Peñuelas y después de julio en Chiguayante.



**Figura 18. Germinación de semillas por semana y localidad de colecta**



**Figura 19. Germinación de semillas por mes y localidad de colecta**

### 3.3.1. Peñuelas

La germinación de semillas colectadas en Peñuelas varió entre 37,6 y 54,3%, no observándose diferencias significativas entre los meses de colecta; sólo mayo y junio permitieron valores de germinación superiores al 50% (Cuadro 14, Apéndice III1).

**Cuadro 14. Germinación media de piñones provenientes de Peñuelas**

| Mes   | Germinación media (%) |
|-------|-----------------------|
| Junio | 54,30 ± 4,43 a        |
| Mayo  | 52,78 ± 3,84 a        |
| Julio | 48,80 ± 3,84 a        |
| Abril | 37,64 ± 7,67 a        |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes( $p < 0,05$ )

### 3.3.2. Chiguayante

Semillas colectadas en Chiguayante permitieron diferencias significativas en la germinación para los distintos meses de colecta de las semillas, siendo los meses de junio y julio superiores que agosto (Cuadro 15, Apéndice III2).

**Cuadro 15. Germinación media de piñones provenientes de Chiguayante**

| Mes    | Germinación media (%) |
|--------|-----------------------|
| Julio  | 60,95 ± 2,25 a        |
| Junio  | 60,48 ± 1,95 ab       |
| Agosto | 51,81 ± 2,25 b        |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes( $p < 0,05$ )

La germinación fue superior al 50% en todos los casos, también superior a la obtenida con semillas procedentes de Peñuelas (58,02% vs 50,57% en promedio). Dada la relativa similitud de la germinación en relación a la época de colecta de semilla, se realizó un análisis de ella sólo considerando el origen de semillas, el que dio mejor valor de germinación para aquellas colectadas en Chiguayante (Cuadro 16).

**Cuadro 16. Germinación media de piñones según localidad de colecta**

| Localidad   | Germinación media (%) |
|-------------|-----------------------|
| Chiguayante | 58,02 ± 2,22 a        |
| Peñuelas    | 50,57 ± 2,03 b        |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes( $p < 0,05$ )

La germinación obtenida en este ensayo fue inferior a la obtenida por Ganatsas *et al.* (2008) y Piotto y Di Noi (2001), quienes reportan entre 78 y 93% y 80-90%, respectivamente. Sin embargo cae dentro del rango indicado por Goor y Barney (1976), de entre 25 y 75%.

Court-Picon *et al.* (2004) señalan la existencia de diferencias en la capacidad germinativa para diferentes procedencias. A su vez, Ganatsas *et al.* (2008) indican que las condiciones de sitio influyen en la calidad de semillas (número de semillas llenas por cono, semillas desarrolladas plenamente y características morfológicas de las mismas), lo que concuerda con los resultados obtenidos.

Aparentemente las semillas pierden capacidad germinativa cuando pasan cierto nivel de madurez, como ocurre en Peñuelas en julio y agosto, y en Chiguayante en agosto, donde cae la germinación. Además es razonable que más al norte (Peñuelas) este proceso ocurra antes, dada la mayor temperatura.

Respecto de la velocidad de germinación, ésta inició a los 15 días desde la siembra, que corresponde a lo citado por Heth (1983) y Webb *et al.* (1984), quienes indican germinación en 13 a 23 días. Cañellas *et al.* (1999) y García-Fayos *et al.* (2001) también indican una germinación masiva a los 15 a 21 días desde la siembra, y Goor y Barney (1976) indican un lapso de 20 a 25 días para germinar. Más aún, una experiencia realizada en Chile indica que las semillas comienzan a germinar a los 18–20 días, completando el proceso germinativo en 48-50 días desde la siembra (Quiróz *et al.*, 2009).

Dados los resultados obtenidos, la recolección de la semilla se realizó en la época adecuada. El tratamiento pregerminativo de remojo en agua fría durante 24 horas, parece ser adecuado para la germinación de semillas de pino piñonero, al igual que lo indicado por Heth, 1983; Webb *et al.*, 1984; sin embargo, los valores obtenidos son similares a los sin tratamiento de ellas, tal como lo indicado por Goor y Barney (1976) y USDA (1974).

En todo caso, se recomienda considerar fechas más extremas, y varios años de evaluación para poder concluir más certeramente respecto de la maduración de piñones, tanto en sus características físicas como organolépticas y germinativas, ya que finalmente determinan su calidad.

#### 4. CONCLUSIONES

Las fechas de colecta de fines de mayo y principios de junio permiten la mayor longitud de piñones en Peñuelas y Chiguayante, respectivamente.

La longitud de piñones es superior en la localidad de colecta más austral, y tiende a disminuir a medida que se realiza una colecta de conos más tardía.

No se observa claridad en la relación maduración de piñones y características de flexión y cisco evaluadas. La madurez de piñones (no flexión) se observa en mayor proporción entre la primera y segunda semana de junio en Peñuelas y en la segunda semana de agosto en Chiguayante. El cisco, por su parte, se aprecia en mayor proporción entre la tercera y cuarta semana de julio tanto en Peñuelas como en Chiguayante.

No existen diferencias significativas en las fechas de colecta sobre las características organolépticas sabor, aroma, textura, olor, rancidez y aceptación general de piñones en relación a un patrón, en ambas localidades de colecta. Los resultados obtenidos confieren al piñón una regular valoración.

La capacidad germinativa es superior en piñones colectados a mayor latitud. Piñones colectados en Peñuelas entre abril y julio no presentan diferencias significativas para esta variable, pero aquellos colectados en agosto en Chiguayante presentan una menor germinación que los colectados entre junio y julio.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- ABELLANAS, B. 1990. Estudios básicos para la mejora genética del pino piñonero (*Pinus pinea* L.): comportamiento reproductivo. Tesis Doctoral. Madrid, España, Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingeniero de Montes. 249 p.
- ÁLVAREZ, A. 2010. Caracterización de frutos de pino piñonero (*Pinus pinea* L.), producidos en localidades establecidas desde la región de Valparaíso hasta la Región de La Araucanía de Chile. Trabajo de investigación para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile, Universidad Iberoamericana de Ciencias y Tecnología, Facultad de Medicina Veterinaria, Ciencias Agrarias y Forestales. 77 p.
- ASFOVA. 2004. El pino piñonero en España: importancia, necesidades y potencialidad. [en línea] <<http://www.agrodigital.com/PIArtStd.asp?CodArt=3374>> [Consulta: 23 agosto 2008].
- BORRERO, G. 2004. El pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en Andalucía: Ecología, distribución y silvicultura. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla, España. 261 p.
- BOX, G. E. P.; HUNTER, W. G.; HUNTER, J. S. 1989. Estadística para investigadores. Introducción al diseño de experimentos. Análisis de datos y construcción de modelos. Reverte. Barcelona. 629 p.
- Cañellas, I.; FINAT, L.; BACHILLER, A.; MONTERO, G. 1999. Comportamiento de planta de *Pinus pinea* en vivero y campo: ensayo de técnicas de cultivo de planta, fertilización y aplicación de herbicidas. Inv. Agr.: Sist. Rec. For. 8 (2): 335-360.
- CARNEROS, E. 2009. Embriogénesis somática en pino piñonero (*Pinus pinea* L.). Tesis Doctoral, Alcalá de Henares, España, Universidad de Alcalá, Depto. Biología Celular y Genética. 240 p.
- CARNEVALE, J. A. 1955. Árboles forestales, descripción, cultivo y utilización. 3ª ed. Buenos Aires, Argentina. Hachette. 689 p.
- CASTAÑO, J. Y OLIET, J. 2004. Puesta en valor de los recursos forestales mediterráneos. El injerto de pino piñonero (*Pinus pinea* L.). Manuales de restauración forestal N° 9. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. España. 248 p.
- CONAF, 2012. Clima de la Reserva Nacional Lago Peñuelas. [en línea]. <[http://www.conaf.cl/parques/ficha-reserva\\_nacional\\_lago\\_penuelas-83.html](http://www.conaf.cl/parques/ficha-reserva_nacional_lago_penuelas-83.html)> [consulta: 10 marzo 2012]

- COURT-PICON, M.; GADBIN-HENRY, C.; GUIBAL, F.; ROUX, M. 2004. Dendrometry and morphometry of *Pinus pinea* L. in lower Provence (France): adaptability and variability provenances. *Forest Ecology and Management* 194: 319-333.
- CRAWFORD, M. 1995. Nut pines. Yearbook. West Australian Nut and Tree Crops Association. 19: 56-66.
- ESCALONA, A. 2005. Estudio de componentes en semillas de piñón (*Pinus pinea*) y michay (*Berberis darwin* Hook), factibles de utilizar en el desarrollo de alimentos funcionales. Memoria para optar al título profesional de Ingeniero en Alimentos. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología. 52 p.
- FAO, 2001. Productos Forestales no madereros. Evaluación de los recursos de productos forestales no madereros. Experiencia y principios biométricos. Roma, Italia. 124 p.
- GANATSAS, P.; TSAKALDIMI, M.; THANOS, C. 2008. Seed and cone diversity and seed germination of *Pinus pinea* in Strofilyia site of the natura 2000 network. *Biodivers Conserv* 17: 2427- 2439.
- GARCÍA-FAYOS, P.; GULIAS, J.; MARTÍNEZ, J.; MARZO, A.; MELERO, J. P.; TRAVESET, A.; VEINTIMILLA, P.; VERDÚ, M.; CERDÁN, V.; GASQUE, M.; MEDRANO, H. 2001. Bases ecológicas para la recolección, almacenamiento y germinación de semillas de especies de uso forestal de la comunidad valenciana. Editado por Banc de Llavors Forestals (Conselleria de Medi Ambient, Generalitat Valenciana). [en línea]. <[http://www.cma.gva.es/areas/estado/bosques/bosq/banco\\_semillas/llavors.pdf](http://www.cma.gva.es/areas/estado/bosques/bosq/banco_semillas/llavors.pdf)> [consulta: 10 octubre 2011]
- GONZÁLEZ, M.; LOEWE, V.; DELARD, C. 2012. El piñón de *Pinus pinea* producido en Chile: características nutricionales y organolépticas. *Vitae*. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. Volumen 19 Suplemento 1. pp. 317-319.
- GOOR, A.; BARNEY, C. 1976. Forest tree planting in arid zones. 2<sup>nd</sup> Edition. The Ronald Press Company- New York, USA. 504 p.
- GORDO, A. J. 2004. Selección de grandes productores de fruto de *Pinus pinea* L. en la meseta norte. Tesis doctoral. Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. 113 p.
- GORDO, A. J.; MUTKE, S.; PRADA, A.; GIL, L. 1999. El pino piñonero (*Pinus Pinea* L.). En: ALIA, R.; GALERA, R.; MATÍN, S. (Eds.) 1999. Mejora genética y masas productoras de semilla de los pinares españoles. Madrid, CIFOR INIA-DGCONA. Monografías INIA Forestal N° 1. pp. 223-239.

- GUTIÉRREZ, B. 1995. Consideraciones para la viverización y producción de plantas de las especies consideradas en el proyecto “Silvicultura de especies no tradicionales”. INFOR. No publicado. 16 p.
- GUTIÉRREZ, P. 2007. Análisis del sector de la piña y el piñón y sus aprovechamientos en Andalucía. Trabajo profesional fin de carrera. Córdoba, España, Universidad de Córdoba, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. 355 p.
- HETH, D. 1983. Spot sowing of mediterranean pines under shelter. Tree Planters' Notes. U.S. Department of Agriculture. Forest Service. Forestry Division, Agricultural Research Organization, Ilanot, Israel. Fall Issue 34(4):23-25.
- INFOR. 1995. Antecedentes de mercado de pino piñonero. Manuscrito para ser empleado en su monografía. Programa Nacional de Diversificación Forestal. Convenio INFOR/CONAF. Valdivia, Chile. 18p.
- INFOR, 2011. El sector forestal chileno 2011. 44 p.
- LOEWE V.; GONZÁLEZ M. 2007. Pino piñonero: el potencial de su madera y fruto. Chile Forestal 334:49-53.
- LOEWE, V.; GONZÁLEZ, M. 2012. Apuntes sobre una gira de estudio sobre el piñón del pino piñonero (*Pinus pinea*) a Italia, España y Portugal. Ciencia e Investigación Forestal 18 (1).
- LOEWE V., TORAL M., DELARD C., LÓPEZ C., URQUIETA E. 1998. Monografía de pino piñonero (*Pinus pinea*). CONAF-INFOR-FIA, 100 p.
- MARTÍNEZ, J. 2008. Caracterización del rendimiento y propiedades físicas de la piña y el piñón. Jornadas técnicas de frutos secos. Madrid, 12-13 junio 2008. [en línea] <<http://www.agro-alimentarias.coop/ficheros/doc/02291.pdf>> [consulta: 10 septiembre 2012]
- MOLINA, M.P. 1991. El pino piñonero. Un pino para el secano costero e interior. Renarres 8(32): 08-11.
- MONTOYA, J.M. 1990. El pino piñonero. 1ª Edición. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 98 p.
- MUTKE S. 2009. Informe estadía en Chile, 4-17 octubre 2009 en el marco del proyecto “El piñón comestible del pino piñonero (*P. pinea*): un negocio atractivo para Chile”. 41 p.
- MUTKE S.; GORDO J.; GIL L. 2005. Variability of mediterranean stone pine cone production: yield loss as response to climate change. Agricultural and Forest Meteorology 132:263-272.

- MUTKE S.; GORDO J.; GIL L. 2006. Pérdida de producción de piña en los pinares de piñonero como consecuencia del cambio climático. *Foresta* 32: 34-38.
- MUTKE, S.; IGLESIAS, S.; GIL, L. 2007. Selección de clones de pino piñonero sobresalientes en la producción de piña. *Invest. Agr.: Sist. y Recur. For.* Vol 16(1): 39-51.
- OSTLE, B. 1968. *Estadística aplicada: tecnicas de la estadistica moderna, cuando y donde aplicarlas.* México. Limusa-Wiley. 629 p.
- PAZ, A. 2009. Frutos secos, exquisitos y nutritivos, además sin gluten. [en línea] <<http://infoceliacos.wordpress.com/2009/11/18/frutos-secos-exquisitos-y-nutritivos-ademas-sin-gluten/>> [consulta: 17 agosto 2011].
- PEREA, S. 2008. Proceso de elaboración. [en línea]. <[http://www.santiagoperea.com/#!\\_\\_espanol/proceso-de-elaboracion](http://www.santiagoperea.com/#!__espanol/proceso-de-elaboracion)> [consulta: 1 junio 2012].
- QUIRÓZ, I.; GONZÁLEZ, M.; GARCÍA, E.; CHARLÍN, G. 2008. Ensayos de germinación para semillas de *Pinus pinea* L. colectadas en dos plantaciones de la comuna de Pichilemu. *Ciencia e Investigación Forestal* 15(2):239-246.
- QUIRÓZ, I.; GONZÁLEZ M.; GARCÍA E.; CHARLÍN G.; SOTO H.; CASANOVA K. 2009. Evaluación de la germinación de semillas y crecimiento de plantas de *Pinus pinea* L. (pino piñonero) procedente de dos zonas de colecta de semillas de la región de O'Higgins. *INFOR-MINAGRI*. 14 p.
- ROS, E.; MATAIX, J. 2006. Fatty acid composition of nuts, implications for cardiovascular health. *Br J Nutr* 96: 29–35.
- RYAN, E.; GALVIN, K.; O'CONNOR, T.; MAGUIRE, A.; O'BRIEN, N. 2006. Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of brazil pecan, pine, pistachio and cashew. *Int J Food Sci Technol* 57: 219–228.
- SABILLÓN, D. 2001. Determinación de los factores de emisión de monoterpenos en tres especies típicas de la vegetación terrestre mediterránea: *Pinus pinea*, *Pinus halepensis* y *Quercus ilex*. Tesis Doctoral. Barcelona, España, Universidad Politécnica de Catalunya, Departamento de Ingeniería Química. 146 p.
- SALAS-SALVADÓ, J.; ROS, R. E.; SABATÉ, C. J. 2005. Frutos secos, salud y culturas mediterráneas. Barcelona. Ed. Glosa. S.L. 337 p.
- SERRA, M.T. 1987. Dendrología de coníferas y otras gimnospermas. Apuntes docentes N°2. Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 264 p.

- SHARASHKIN L.; GOLD M. 2004. Pine nuts: species, products, markets, and potential for U.S. production. Northern Nut Growers Association 95th Annual Report. Proceeding for the 95th annual meeting, Columbia, Missouri, August 16-19, 2004.
- USDA, 1974. Seeds of woody plants in the United States. Agricultural Handbook N° 450. Forest Service. US Department of Agriculture. Washington DC. 883 p.
- VENEGAS, A. 2010. Uso de reguladores de crecimiento y su influencia en los brotes reproductivos y vegetativos en *Pinus pinea* L. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Manejo de Recursos Forestales. 53 p.
- VIDAL, J. 1962. El Pino y algunas especies de interés económico. México. Unión Tipográfica Ed. Hispano - Americana (UTEHA). 233 p.
- WEBB, D.B.; WOOD, P.J.; SMITH, J.P.; HENMAN, G.S. 1984. A Guide to species selection for tropical and sub-tropical plantations. 2<sup>nd</sup> Edition. Oxford, Inglaterra, Commonwealth Forestry Institute. 256 p.
- XIMÉNEZ DE EMBUN, J. 1959. El pino piñonero en las llanuras castellanas. Hojas Divulgadoras N° 11. Madrid, España. Ministerio de Agricultura. pp: 1-20.

## 6. ANEXOS

### Anexo I. Formulario evaluación organoléptica

#### Evaluación sensorial de piñones.

Instrucciones:

A cada muestra asigne un puntaje de 1 a 7 según la calificación expuesta en el siguiente cuadro:

| Puntaje | Calificación                                |
|---------|---|
| 1       | Me disgusta extremadamente                  |
| 2       | Me disgusta mucho                           |
| 3       | Me disgusta ligeramente                     |
| 4       | Ni me gusta ni me disgusta<br>(indiferente) |
| 5       | Me gusta un poco                            |
| 6       | Me gusta mucho                              |
| 7       | Me gusta<br>extremadamente                  |

Responda de igual forma para los siguientes parámetros que determinan su preferencia y para rancidez

| Muestra N° | Aceptación | Aroma | Sabor | Color | Textura | Rancidez |
|------------|------------|-------|-------|-------|---------|----------|
| 1          |            |       |       |       |         |          |
| 2          |            |       |       |       |         |          |
| 3          |            |       |       |       |         |          |
| 4          |            |       |       |       |         |          |
| 5          |            |       |       |       |         |          |
| 6          |            |       |       |       |         |          |
| 7          |            |       |       |       |         |          |

## 7. APÉNDICES

### Apéndice I. Análisis estadístico características físicas de piñones

#### 1. Longitud piñón con cáscara – Peñuelas

| LUGAR    | Variable | N   | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----------|-----|----------------|-------------------|------|
| Peñuelas | L_PIÑ_CC | 600 | 0,36           | 0,34              | 5,41 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.       | SC     | gl  | CM    | F    | p-valor |
|------------|--------|-----|-------|------|---------|
| Modelo.    | 307,02 | 11  | 27,91 | 29,5 | <0,0001 |
| Semana-mes | 307,02 | 11  | 27,91 | 29,5 | <0,0001 |
| Error      | 557,03 | 588 | 0,95  |      |         |
| Total      | 864,05 | 599 |       |      |         |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,63768

Error: 0,9473 gl: 588

| Semana-mes | Medias | n  | Error estándar | Significancia |
|------------|--------|----|----------------|---------------|
| 4 s-mayo   | 19,47  | 50 | 0,14           | a             |
| 4 s-abril  | 18,52  | 50 | 0,14           | b             |
| 2 s-julio  | 18,49  | 50 | 0,14           | b c           |
| 3 s-junio  | 18,34  | 50 | 0,14           | b c d         |
| 1 s-mayo   | 18,28  | 50 | 0,14           | b c d         |
| 1 s-junio  | 18,17  | 50 | 0,14           | b c d e       |
| 4 s-junio  | 17,86  | 50 | 0,14           | c d e f       |
| 4 s-julio  | 17,8   | 50 | 0,14           | d e f         |
| 2 s-mayo   | 17,79  | 50 | 0,14           | d e f         |
| 3 s-mayo   | 17,55  | 50 | 0,14           | e f           |
| 3 s-julio  | 17,42  | 50 | 0,14           | f             |
| 1 s-julio  | 16,39  | 50 | 0,14           | g             |

## 2. Longitud piñón con cáscara – Chiguayante

| LUGAR       | Variable | N   | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-------------|----------|-----|----------------|-------------------|------|
| Chiguayante | L_PIÑ_CC | 440 | 0,19           | 0,17              | 6,55 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.       | SC     | gl  | CM    | F    | p-valor |
|------------|--------|-----|-------|------|---------|
| Modelo.    | 156,06 | 9   | 17,34 | 11,2 | <0,0001 |
| Semana-mes | 156,06 | 9   | 17,34 | 11,2 | <0,0001 |
| Error      | 666,58 | 430 | 1,55  |      |         |
| Total      | 822,63 | 439 |       |      |         |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,84425

Error: 1,5502 gl: 430

| Semana-mes | Medias | n  | Error estándar | Significancia |
|------------|--------|----|----------------|---------------|
| 1 s-junio  | 20,05  | 50 | 0,18           | a             |
| 4 s-junio  | 19,87  | 50 | 0,18           | a             |
| 2 s-julio  | 19,48  | 40 | 0,2            | a b           |
| 2 s-ago    | 18,86  | 40 | 0,2            | b c           |
| 3 s-ago    | 18,83  | 40 | 0,2            | b c           |
| 4 s-julio  | 18,81  | 40 | 0,2            | b c           |
| 3 s-julio  | 18,74  | 40 | 0,2            | b c           |
| 2 s-junio  | 18,6   | 50 | 0,18           | c             |
| 3 s-junio  | 18,58  | 50 | 0,18           | c             |
| 1 s-ago    | 18,13  | 40 | 0,2            | c             |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 3. Longitud piñón blanco– Peñuelas

| LUGAR    | Variable | N   | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj |
|----------|----------|-----|----------------|-------------------|
| Peñuelas | L_PIÑ_BL | 600 | 0,32           | 0,3               |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.       | SC     | gl  | CM   | F  |
|------------|--------|-----|------|----|
| Modelo.    | 172,71 | 11  | 15,7 | 25 |
| Semana-mes | 172,71 | 11  | 15,7 | 25 |
| Error      | 371,24 | 588 | 0,63 |    |
| Total      | 543,94 | 599 |      |    |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,52058

Error: 0,6314 gl: 588

| Semana-mes | Medias | n  | Error estándar | Significancia |
|------------|--------|----|----------------|---------------|
| 2 s-julio  | 14,18  | 50 | 0,11           | a             |
| 4 s-mayo   | 13,7   | 50 | 0,11           | ab            |
| 1 s-junio  | 13,34  | 50 | 0,11           | bc            |
| 4 s-julio  | 13,29  | 50 | 0,11           | bc            |
| 3 s-julio  | 13,27  | 50 | 0,11           | bc            |
| 4 s-abril  | 13,22  | 50 | 0,11           | bc            |
| 4 s-junio  | 13,05  | 50 | 0,11           | cd            |
| 3 s-junio  | 13,03  | 50 | 0,11           | cd            |
| 1 s-mayo   | 12,94  | 50 | 0,11           | cd            |
| 2 s-mayo   | 12,68  | 50 | 0,11           | d             |
| 3 s-mayo   | 12,56  | 50 | 0,11           | d             |
| 1 s-julio  | 11,96  | 50 | 0,11           | e             |

#### 4. Longitud piñón blanco – Chiguayante

| LUGAR       | Variable | N   | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj |
|-------------|----------|-----|----------------|-------------------|
| Chiguayante | L_PIN_BL | 440 | 0,32           | 0,3               |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.       | SC     | gl  | CM    | F  |
|------------|--------|-----|-------|----|
| Modelo.    | 257,29 | 9   | 28,59 | 22 |
| Semana-mes | 257,29 | 9   | 28,59 | 22 |
| Error      | 547,16 | 430 | 1,27  |    |
| Total      | 804,45 | 439 |       |    |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,76490

Error: 1,2725 gl: 430

| Semana-mes | Medias | n  | Error estándar | Significancia |
|------------|--------|----|----------------|---------------|
| 1 s-junio  | 14,77  | 50 | 0,16           | a             |
| 2 s-julio  | 14,52  | 40 | 0,18           | a             |
| 4 s-junio  | 14,51  | 50 | 0,16           | a             |
| 3 s-julio  | 14,17  | 40 | 0,18           | a b           |
| 3 s-junio  | 13,73  | 50 | 0,16           | bc            |
| 2 s-junio  | 13,33  | 50 | 0,16           | cd            |
| 2 s-ago    | 13,15  | 40 | 0,18           | cde           |
| 3 s-ago    | 13     | 40 | 0,18           | cde           |
| 4 s-julio  | 12,7   | 40 | 0,18           | de            |
| 1 s-ago    | 12,55  | 40 | 0,18           | e             |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 5. Flexión – Peñuelas

| Estadístico          | Valor  | Gl | p       |
|----------------------|--------|----|---------|
| Chi Cuadrado Pearson | 400,53 | 11 | <0,0001 |
| Chi Cuadrado MV-G2   | 508,66 | 11 | <0,0001 |
| Coef.Conting.Cramer  | 0,58   |    |         |
| Coef.Conting.Pearson | 0,63   |    |         |

## 6. Flexión – Chiguayante

| Estadístico          | Valor  | Gl | p       |
|----------------------|--------|----|---------|
| Chi Cuadrado Pearson | 148,68 | 9  | <0,0001 |
| Chi Cuadrado MV-G2   | 159,47 | 9  | <0,0001 |
| Coef.Conting.Cramer  | 0,41   |    |         |
| Coef.Conting.Pearson | 0,5    |    |         |

## 7. Cisco – Peñuelas

| Estadístico          | Valor  | Gl | p       |
|----------------------|--------|----|---------|
| Chi Cuadrado Pearson | 181,5  | 11 | <0,0001 |
| Chi Cuadrado MV-G2   | 179,71 | 11 | <0,0001 |
| Coef.Conting.Cramer  | 0,39   |    |         |
| Coef.Conting.Pearson | 0,48   |    |         |

## 8. Cisco– Chiguayante

| Estadístico          | Valor  | Gl | p       |
|----------------------|--------|----|---------|
| Chi Cuadrado Pearson | 440    | 9  | <0,0001 |
| Chi Cuadrado MV-G2   | 576,82 | 9  | <0,0001 |
| Coef.Conting.Cramer  | 0,71   |    |         |
| Coef.Conting.Pearson | 0,71   |    |         |

## Apéndice II. Análisis estadísticos para la evaluación sensorial de piñones

### 1. Análisis varianza Peñuelas

#### - Aceptación

Análisis de la varianza

| Variable          | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| <b>Aceptación</b> | 44 | 0,01           | 0                 | 25,72 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.    | SC    | gl | CM   | F   | p-valor |
|---------|-------|----|------|-----|---------|
| Modelo  | 0,49  | 3  | 0,16 | 0,1 | 0,957   |
| Muestra | 0,49  | 3  | 0,16 | 0,1 | 0,957   |
| Error   | 62,28 | 40 | 1,56 |     |         |
| Total   | 62,77 | 43 |      |     |         |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,42629

Error: 1,5570 gl: 40

| Muestra | Medias | n  | Error estándar | Significancia |
|---------|--------|----|----------------|---------------|
| 6       | 4,7    | 11 | 0,38           | a             |
| 7       | 4,82   | 11 | 0,38           | a             |
| 5       | 4,91   | 11 | 0,38           | a             |
| 4       | 4,98   | 11 | 0,38           | a             |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

#### - Aroma

| Variable     | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|--------------|----|----------------|-------------------|-------|
| <b>Aroma</b> | 44 | 0,04           | 0                 | 27,66 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.    | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|---------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo  | 2,26  | 3  | 0,75 | 0,56 | 0,6422  |
| Muestra | 2,26  | 3  | 0,75 | 0,56 | 0,6422  |
| Error   | 53,4  | 40 | 1,34 |      |         |
| Total   | 55,66 | 43 |      |      |         |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,32068

Error: 1,3350 gl: 40

| Muestra | Medias | n  | E.E. | Significancia |
|---------|--------|----|------|---------------|
| 6       | 3,82   | 11 | 0,35 | a             |
| 4       | 4,18   | 11 | 0,35 | a             |
| 5       | 4,27   | 11 | 0,35 | a             |
| 7       | 4,44   | 11 | 0,35 | a             |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes( $p \leq 0,05$ )

### - Sabor

| Variable     | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|--------------|----|----------------|-------------------|-------|
| <b>Sabor</b> | 44 | 0,01           | 0                 | 29,51 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.    | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|---------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo  | 0,52  | 3  | 0,17 | 0,09 | 0,9632  |
| Muestra | 0,52  | 3  | 0,17 | 0,09 | 0,9632  |
| Error   | 73,77 | 40 | 1,84 |      |         |
| Total   | 74,29 | 43 |      |      |         |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,55230

Error: 1,8443 gl: 40

| Muestra | Medias | n  | Error estándar | Significancia |
|---------|--------|----|----------------|---------------|
| 6       | 4,45   | 11 | 0,41           | a             |
| 7       | 4,55   | 11 | 0,41           | a             |
| 4       | 4,68   | 11 | 0,41           | a             |
| 5       | 4,73   | 11 | 0,41           | a             |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes( $p \leq 0,05$ )

### - Color

| Variable     | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|--------------|----|----------------|-------------------|-------|
| <b>Color</b> | 44 | 0,11           | 0,05              | 25,65 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.    | SC    | gl | CM   | F   | p-valor |
|---------|-------|----|------|-----|---------|
| Modelo  | 7,36  | 3  | 2,45 | 1,7 | 0,182   |
| Muestra | 7,36  | 3  | 2,45 | 1,7 | 0,182   |
| Error   | 57,68 | 40 | 1,44 |     |         |
| Total   | 65,05 | 43 |      |     |         |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,37261

Error: 1,4420 gl: 40

| Muestra | Medias | n  | Error estándar | Significancia |
|---------|--------|----|----------------|---------------|
| 5       | 4,09   | 11 | 0,36           | a             |
| 7       | 4,55   | 11 | 0,36           | a             |
| 6       | 4,91   | 11 | 0,36           | a             |
| 4       | 5,18   | 11 | 0,36           | a             |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes( $p \leq 0,05$ )

### - Textura

| Variable       | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|----------------|----|----------------|-------------------|-------|
| <b>Textura</b> | 44 | 0,03           | 0                 | 26,84 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.    | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|---------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo  | 2,03  | 3  | 0,68 | 0,37 | 0,7784  |
| Muestra | 2,03  | 3  | 0,68 | 0,37 | 0,7784  |
| Error   | 74,21 | 40 | 1,86 |      |         |
| Total   | 76,24 | 43 |      |      |         |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,55688

Error: 1,8552 gl: 40

| Muestra | Medias | n  | Error estándar | Significancia |
|---------|--------|----|----------------|---------------|
| 5       | 4,82   | 11 | 0,41           | a             |
| 4       | 4,91   | 11 | 0,41           | a             |
| 7       | 5,25   | 11 | 0,41           | a             |
| 6       | 5,32   | 11 | 0,41           | a             |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes( $p \leq 0,05$ )

### - Rancidez

| Variable        | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-----------------|----|----------------|-------------------|-------|
| <b>Rancidez</b> | 38 | 0,01           | 0                 | 31,36 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.    | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|---------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo  | 0,49  | 3  | 0,16 | 0,09 | 0,9644  |
| Muestra | 0,49  | 3  | 0,16 | 0,09 | 0,9644  |
| Error   | 60,39 | 34 | 1,78 |      |         |
| Total   | 60,88 | 37 |      |      |         |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,41565

Error: 1,7761 gl: 34

| Muestra | Medias | n  | Error estándar | Significancia |
|---------|--------|----|----------------|---------------|
| 5       | 4,1    | 11 | 0,42           | a             |
| 6       | 4,2    | 11 | 0,42           | a             |
| 7       | 4,33   | 11 | 0,44           | a             |
| 4       | 4,39   | 11 | 0,44           | a             |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes( $p \leq 0,05$ )

## 2. Análisis varianza Chiguayante

### - Aceptación

Análisis de la varianza

| Variable          | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| <b>Aceptación</b> | 44 | 0,07           | 0                 | 23,91 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.    | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|---------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo  | 3,58  | 3  | 1,19 | 0,94 | 0,4303  |
| Muestra | 3,58  | 3  | 1,19 | 0,94 | 0,4303  |
| Error   | 50,81 | 40 | 1,27 |      |         |
| Total   | 54,39 | 43 |      |      |         |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,28824

Error: 1,2702 gl: 40

| Muestra | Medias | n  | Error estándar | Significancia |
|---------|--------|----|----------------|---------------|
| 2       | 4,32   | 11 | 0,34           | a             |
| 1       | 4,62   | 11 | 0,34           | a             |
| 7       | 4,82   | 11 | 0,34           | a             |
| 3       | 5,1    | 11 | 0,34           | a             |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes( $p \leq 0,05$ )

### - Aroma

| Variable     | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|--------------|----|----------------|-------------------|-------|
| <b>Aroma</b> | 44 | 0,03           | 0                 | 28,21 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.    | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|---------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo  | 1,75  | 3  | 0,58 | 0,43 | 0,7294  |
| Muestra | 1,75  | 3  | 0,58 | 0,43 | 0,7294  |
| Error   | 53,76 | 40 | 1,34 |      |         |
| Total   | 55,52 | 43 |      |      |         |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,32517

Error: 1,3441 gl: 40

| Muestra | Medias | n  | Error estándar | Significancia |
|---------|--------|----|----------------|---------------|
| 3       | 3,91   | 11 | 0,35           | a             |
| 2       | 4      | 11 | 0,35           | a             |
| 1       | 4,09   | 11 | 0,35           | a             |
| 7       | 4,44   | 11 | 0,35           | a             |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes( $p \leq 0,05$ )

### - Sabor

| Variable     | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV |
|--------------|----|----------------|-------------------|----|
| <b>Sabor</b> | 44 | 0,04           | 0                 | 29 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.    | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|---------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo  | 2,74  | 3  | 0,91 | 0,52 | 0,6685  |
| Muestra | 2,74  | 3  | 0,91 | 0,52 | 0,6685  |
| Error   | 69,86 | 40 | 1,75 |      |         |
| Total   | 72,61 | 43 |      |      |         |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,51061

Error: 1,7466 gl: 40

| Muestra | Medias | n  | Error estándar | Significancia |
|---------|--------|----|----------------|---------------|
| 2       | 4,27   | 11 | 0,4            | a             |
| 1       | 4,45   | 11 | 0,4            | a             |
| 7       | 4,55   | 11 | 0,4            | a             |
| 3       | 4,95   | 11 | 0,4            | a             |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes( $p \leq 0,05$ )

- **Color**

| Variable     | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|--------------|----|----------------|-------------------|-------|
| <b>Color</b> | 44 | 0,04           | 0                 | 38,29 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.    | SC     | gl | CM   | F    | p-valor |
|---------|--------|----|------|------|---------|
| Modelo  | 4      | 3  | 1,33 | 0,54 | 0,6554  |
| Muestra | 4      | 3  | 1,33 | 0,54 | 0,6554  |
| Error   | 98,14  | 40 | 2,45 |      |         |
| Total   | 102,14 | 43 |      |      |         |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,79037

Error: 2,4534 gl: 40

| Muestra | Medias | n  | Error estándar | Significancia |
|---------|--------|----|----------------|---------------|
| 3       | 3,82   | 11 | 0,47           | a             |
| 2       | 3,82   | 11 | 0,47           | a             |
| 1       | 4,18   | 11 | 0,47           | a             |
| 7       | 4,55   | 11 | 0,47           | a             |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes( $p \leq 0,05$ )

- **Textura**

| Variable       | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|----------------|----|----------------|-------------------|-------|
| <b>Textura</b> | 44 | 0,02           | 0                 | 26,36 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.    | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|---------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo  | 1,69  | 3  | 0,56 | 0,32 | 0,8117  |
| Muestra | 1,69  | 3  | 0,56 | 0,32 | 0,8117  |
| Error   | 70,84 | 40 | 1,77 |      |         |
| Total   | 72,53 | 43 |      |      |         |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,52109

Error: 1,7709 gl: 40

| Muestra | Medias | n  | Error estándar | Significancia |
|---------|--------|----|----------------|---------------|
| 2       | 4,73   | 11 | 0,4            | a             |
| 1       | 5,07   | 11 | 0,4            | a             |
| 3       | 5,14   | 11 | 0,4            | a             |
| 7       | 5,25   | 11 | 0,4            | a             |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes( $p \leq 0,05$ )

- **Rancidez**

| Variable        | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-----------------|----|----------------|-------------------|-------|
| <b>Rancidez</b> | 36 | 0,02           | 0                 | 28,93 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.    | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|---------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo  | 1,02  | 3  | 0,34 | 0,21 | 0,8907  |
| Muestra | 1,02  | 3  | 0,34 | 0,21 | 0,8907  |
| Error   | 52,56 | 32 | 1,64 |      |         |
| Total   | 53,58 | 35 |      |      |         |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,32690

Error: 1,6424 gl: 32

| Muestra | Medias | n  | Error estándar | Significancia |
|---------|--------|----|----------------|---------------|
| 2       | 4,22   | 11 | 0,43           | a             |
| 7       | 4,33   | 11 | 0,43           | a             |
| 1       | 4,5    | 11 | 0,43           | a             |
| 3       | 4,67   | 11 | 0,43           | a             |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes( $p \leq 0,05$ )

**3. Estadísticos del análisis de contingencia evaluación sensorial de piñones - Peñuelas.**

**a. Textura**

| Estadístico          | Valor | gl | p      |
|----------------------|-------|----|--------|
| Chi Cuadrado Pearson | 1,6   | 6  | 0,9526 |
| Chi Cuadrado MV-G2   | 1,61  | 6  | 0,9518 |
| Coef.Conting.Cramer  | 0,11  |    |        |
| Coef.Conting.Pearson | 0,19  |    |        |

**b. Color**

| Estadístico          | Valor | gl | p      |
|----------------------|-------|----|--------|
| Chi Cuadrado Pearson | 6,67  | 6  | 0,3528 |
| Chi Cuadrado MV-G2   | 8,23  | 6  | 0,2219 |
| Coef.Conting.Cramer  | 0,22  |    |        |
| Coef.Conting.Pearson | 0,36  |    |        |

### c. Sabor

| Estadístico          | Valor | gl | p      |
|----------------------|-------|----|--------|
| Chi Cuadrado Pearson | 1,66  | 6  | 0,9484 |
| Chi Cuadrado MV-G2   | 1,77  | 6  | 0,9395 |
| Coef.Conting.Cramer  | 0,11  |    |        |
| Coef.Conting.Pearson | 0,19  |    |        |

### d. Aroma

| Estadístico          | Valor | gl | p      |
|----------------------|-------|----|--------|
| Chi Cuadrado Pearson | 2,69  | 6  | 0,8471 |
| Chi Cuadrado MV-G2   | 3,4   | 6  | 0,7571 |
| Coef.Conting.Cramer  | 0,14  |    |        |
| Coef.Conting.Pearson | 0,24  |    |        |

### e. Aceptación

| Estadístico          | Valor | gl | p      |
|----------------------|-------|----|--------|
| Chi Cuadrado Pearson | 2,52  | 6  | 0,8658 |
| Chi Cuadrado MV-G2   | 2,6   | 6  | 0,8568 |
| Coef.Conting.Cramer  | 0,14  |    |        |
| Coef.Conting.Pearson | 0,23  |    |        |

### f. Rancidez

| Estadístico          | Valor | gl | p      |
|----------------------|-------|----|--------|
| Chi Cuadrado Pearson | 3,19  | 6  | 0,7846 |
| Chi Cuadrado MV-G2   | 3,38  | 6  | 0,76   |
| Coef.Conting.Cramer  | 0,17  |    |        |
| Coef.Conting.Pearson | 0,28  |    |        |

## 4. Estadísticos del análisis de contingencia evaluación sensorial de piñones - Chiguayante.

### a. Textura

| Estadístico          | Valor | gl | p     |
|----------------------|-------|----|-------|
| Chi Cuadrado Pearson | 1,84  | 6  | 0,934 |
| Chi Cuadrado MV-G2   | 1,9   | 6  | 0,929 |
| Coef.Conting.Cramer  | 0,12  |    |       |
| Coef.Conting.Pearson | 0,2   |    |       |

### b. Color

| Estadístico          | Valor | gl | p      |
|----------------------|-------|----|--------|
| Chi Cuadrado Pearson | 5,41  | 6  | 0,492  |
| Chi Cuadrado MV-G2   | 5,38  | 6  | 0,4963 |
| Coef.Conting.Cramer  | 0,2   |    |        |
| Coef.Conting.Pearson | 0,33  |    |        |

**c. Sabor**

| Estadístico          | Valor | gl | p      |
|----------------------|-------|----|--------|
| Chi Cuadrado Pearson | 4,59  | 6  | 0,5976 |
| Chi Cuadrado MV-G2   | 4,57  | 6  | 0,6005 |
| Coef.Conting.Cramer  | 0,19  |    |        |
| Coef.Conting.Pearson | 0,31  |    |        |

**d. Aroma**

| Estadístico          | Valor | gl | p      |
|----------------------|-------|----|--------|
| Chi Cuadrado Pearson | 1,55  | 6  | 0,9564 |
| Chi Cuadrado MV-G2   | 2,33  | 6  | 0,8873 |
| Coef.Conting.Cramer  | 0,11  |    |        |
| Coef.Conting.Pearson | 0,18  |    |        |

**e. Aceptación**

| Estadístico          | Valor | gl | p      |
|----------------------|-------|----|--------|
| Chi Cuadrado Pearson | 12,32 | 6  | 0,0551 |
| Chi Cuadrado MV-G2   | 11,32 | 6  | 0,079  |
| Coef.Conting.Cramer  | 0,31  |    |        |
| Coef.Conting.Pearson | 0,47  |    |        |

**f. Rancidez**

| Estadístico          | Valor | gl | p      |
|----------------------|-------|----|--------|
| Chi Cuadrado Pearson | 2,65  | 6  | 0,8517 |
| Chi Cuadrado MV-G2   | 2,69  | 6  | 0,8462 |
| Coef.Conting.Cramer  | 0,16  |    |        |
| Coef.Conting.Pearson | 0,26  |    |        |

## Apéndice III. Análisis estadístico Germinación de piñones

### 1. Peñuelas

| Lugar           | Variable            | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-----------------|---------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| <b>Peñuelas</b> | medias Grados Bliss | 12 | 0,34           | 0,09              | 15,17 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.   | SC     | Gl | CM    | F    | p-valor |
|--------|--------|----|-------|------|---------|
| Modelo | 241,18 | 3  | 80,39 | 1,37 | 0,3209  |
| Mes    | 241,18 | 3  | 80,39 | 1,37 | 0,3209  |
| Error  | 470,77 | 8  | 58,85 |      |         |
| Total  | 711,95 | 11 |       |      |         |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=21,41450

Error: 58,8466 gl: 8

| Mes   | Medias | n | Error estándar | Significancia |
|-------|--------|---|----------------|---------------|
| Abril | 37,64  | 1 | 7,67           | a             |
| Julio | 48,8   | 4 | 3,84           | a             |
| Mayo  | 52,78  | 4 | 3,84           | a             |
| Junio | 54,3   | 3 | 4,43           | a             |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

### 2. Chiguayante

| Lugar              | Variable            | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|--------------------|---------------------|----|----------------|-------------------|------|
| <b>Chiguayante</b> | medias Grados Bliss | 10 | 0,61           | 0,5               | 6,73 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.   | SC     | gl | CM    | F    | p-valor |
|--------|--------|----|-------|------|---------|
| Modelo | 165,49 | 2  | 82,74 | 5,43 | 0,0378  |
| Mes    | 165,49 | 2  | 82,74 | 5,43 | 0,0378  |
| Error  | 106,75 | 7  | 15,25 |      |         |
| Total  | 272,24 | 9  |       |      |         |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,95095

Error: 15,2502 gl: 7

| Mes    | Medias | n | Error estándar | Significancia |
|--------|--------|---|----------------|---------------|
| Agosto | 51,81  | 3 | 2,25           | a             |
| Junio  | 60,48  | 4 | 1,95           | a b           |
| Julio  | 60,95  | 3 | 2,25           | b             |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )