

ANÁLISIS DE LA EMERGENCIA DE PLÁNTULAS DURANTE LA VIVERIZACIÓN DE UNA COLECCIÓN DE SEMILLAS DE 418 FAMILIAS DE *Araucaria araucana*

Gutiérrez, Braulio²

RESUMEN

Se evalúa la emergencia de plántulas durante la viverización operacional de semillas de 418 familias de *Araucaria araucana*, clasificadas en 5 estratos ecológico-genéticos y caracterizadas en función de la incidencia de la enfermedad "daño foliar de la araucaria" en las madres desde donde se obtuvo las semillas.

Se observa que la emergencia de plántulas de las familias andinas es más lenta, pero alcanza valores mayores que en las familias costeras (81,4 y 77,9%, respectivamente).

Tanto en los distintos estratos por separado, como a nivel conjunto, la emergencia de plántulas exhibe relación directa con el tamaño de las semillas.

Respecto a las variables que caracterizan el daño foliar de los árboles semilleros, no se observan tendencias evidentes que las relacionen con la emergencia de plántulas.

Palabras clave: *Araucaria araucana*, Semillas.

SUMMARY

The emergence of seedlings during an operational plant production program, from seeds of 418 progenies of *Araucaria araucana*, is evaluated. The progenies were classified in 5 ecological-genetic strata and characterized according to the incidence of the disease "foliar damage of the araucaria" on the mother-trees from where the seeds were obtained.

It is observed that the emergence of seedlings of Andean families is slower, but reaches higher values than in coastal families (81.4 and 77.9% respectively).

So in the different strata separately, as a joint level, the emergence of seedlings had a direct relationship with the size of the seeds.

Regarding to the variables that characterize the foliar damage of the seed trees, no evident tendencies that relate them to the emergence of seedlings were observed.

Keywords: *Araucaria araucana*, Seeds

² Instituto Forestal, Sede Bio Bio. bgutierrez@infor.cl

INTRODUCCIÓN

La araucaria (*Araucaria araucana* (Molina) K. Koch) es una especie emblemática del bosque nativo chileno, sobre la que se realizan prácticas ancestrales asociadas a la alimentación del pueblo pehuenche, está declarada monumento natural, protegida por la convención CITES y constituye un patrimonio nacional que contribuye a la belleza escénica del paisaje y a la protección de las cuencas altas de las regiones de la Araucanía, Bio Bio y los Ríos.

Atendiendo a las amenazas que se ciernen sobre esta especie, particularmente al fenómeno de declinación de origen desconocido denominado como daño foliar de la araucaria (DFA), que se encuentra difundido en toda su área de distribución natural y que prolifera con inusitada rapidez, se ha despertado una gran preocupación que moviliza a distintas entidades, que bajo la coordinación de CONAF buscan desde hace algunos años dar solución a este problema. En este contexto y en el marco del proyecto “*Sistema de monitoreo de ecosistemas forestales*” (SIMEF), financiado por FAO a través del Fondo Mundial para el Medioambiente (GEF), se decidió cooperar a este esfuerzo desde una nueva óptica, implementando una iniciativa de migración asistida cuyo objetivo es salvaguardar la diversidad genética y el potencial evolutivo de la especie, mediante el establecimiento de bancos de conservación *in vivo*, estructurados como ensayos de progenies y procedencias fuera del área de distribución natural de la especie. Tales bancos representarán la mayor parte de la diversidad genética de la especie y permitirán obtener material para propagación, mejoramiento, estudios genéticos, sanitarios y otros que contribuyan a la conservación de la especie. Los bancos estarán disponibles para el uso de la comunidad académica y de otras entidades o instituciones vinculadas o interesadas en la conservación de los recursos genéticos forestales.

Para obtener el resultado propuesto, la iniciativa de resguardo genético implementó en el verano-otoño de 2018 una colecta de semillas en las cinco macrozonas (poblaciones o estratos ecológico- genéticos) que conforman el área de distribución natural de araucaria, lo que permitió obtener semillas de un total de 418 árboles madres individuales. La colección de semillas obtenida fue viverizada por personal especializado del Vivero Carlos Douglas de Forestal Mininco SA, para generar las plantas que constituirán el banco de conservación *in vivo*. En tal contexto, en el presente documento se entrega información compilada durante el proceso de viverización, particularmente la derivada del monitoreo de emergencia de plántulas. Estos antecedentes, ordenados por macrozona, predio y sector de colecta, se presentan en este artículo, donde también se incluye información referente a la relación entre el tamaño de las semillas y la emergencia de plántulas y las eventuales relaciones entre los niveles de afectación por DFA en los árboles madres y la posterior emergencia de plántulas desde sus semillas.

ANTECEDENTES GENERALES DE LA REPRODUCCION DE ARAUCARIA

Araucaria araucana es una especie dioica, es decir, presenta las estructuras reproductivas masculinas y femeninas en árboles separados, aunque ocasionalmente se presentan individuos monoicos que portan simultáneamente flores masculinas y femeninas; según referencias citadas por Olave (2015) el 1% de los árboles correspondería a esta última situación.

Los amentos o flores masculinas aparecen entre agosto y septiembre, se ubican en la porción terminal de las ramas y poseen numerosas escamas punzantes, espiraladas, densamente imbricadas que al abrirse liberan abundante polen.

Las flores femeninas, o estróbilos, son conos esféricos 15 a 20 cm de diámetro, compuestos por numerosas escamas coriáceas y punzantes. Estos conos femeninos se localizan en los extremos de las ramas nuevas y comienzan a desarrollarse hacia finales de noviembre (Marticorena y Rodríguez, 1995; Rodríguez *et al.*, 1983). La polinización es anemófila, ocurre a fines de primavera o principios de verano cuando el viento traslada el polen disponible en nubes compactas desde las flores masculinas a las femeninas. Después de la fertilización el cono

femenino se lignifica y endurece, para luego abrirse y diseminar las semillas 16 a 18 meses post fertilización (Muñoz, 1984; Marticorena y Rodríguez, 1995).

Cada cono produce entre 120 y 200 semillas, las cuales son relativamente grandes y pesadas (200 a 300 unidades por kilogramo). La cosecha de semillas se realiza en los meses otoñales de marzo y abril, siendo colectada desde el suelo o trepando los árboles (Benítez, 2005).

Donoso (1993) indica que la madurez reproductiva de la especie ocurre aproximadamente a los 25 años, observándose que el máximo de formación de semillas y de floración ocurre con posterioridad a los 40 años.

Debido a su tamaño y peso la diseminación de las semillas se produce básicamente por gravedad, de modo que la mayoría de ellas cae en la vecindad inmediata en torno al árbol que las produjo (Caro, 1995; Muñoz, 1984). No obstante, existen especies animales (loros y ratones) que actúan como vectores que contribuyen a dispersar las semillas, al transportarlas hacia áreas alejadas del árbol madre (Olave, 2015).

Las semillas se caracterizan por perder rápidamente su viabilidad por deshidratación (90 a 120 días), por lo mismo se clasifican como semillas recalcitrantes, que no se les puede secar por debajo de 25-40% de contenido de humedad para almacenarlas por largos periodos Chávez *et al.* (1999), por cuanto estas se deterioran si su contenido de humedad se reduce demasiado o muy rápidamente (Troncoso, 2015).

Otra característica de las semillas es que presentan latencia fisiológica, no obstante, germinan con relativa facilidad tras el invierno, o al aplicarles un tratamiento pregerminativo de estratificación fría (Benítez, 2005; López *et al.*, 1986; Muñoz, 2010). Debido a esta situación, la siembra se efectúa normalmente durante el periodo otoñal, inmediatamente después de la colecta, emulando así las condiciones naturales de estratificación que se experimentan durante el invierno.

Según Donoso (1978, cit por Zavala, 2018) la germinación de la semilla es semi-hipogea, es decir los cotiledones son visibles, pero permanecen en el suelo; González *et al.* (2006) la describen como hipogea; otros autores describen la germinación como cryptógea (Burrows *et al.*, 1992; Burrows y Stockey, 1994 cit por Zavala, 2018); por su parte Salazar *et al.* (2000, cit. por Alvarado y Levett 2014) la describen como hipogea y criptocotilar.

El proceso de germinación se inicia entre 35 a 50 días después de la siembra y finaliza en un lapso de 35 a 45 días (González *et al.*, 2006). El proceso, desde la aparición de la radícula hasta la liberación de los cotiledones, fluctúa entre 15 y 20 días (Urrutia, 1986)

MATERIAL Y MÉTODO

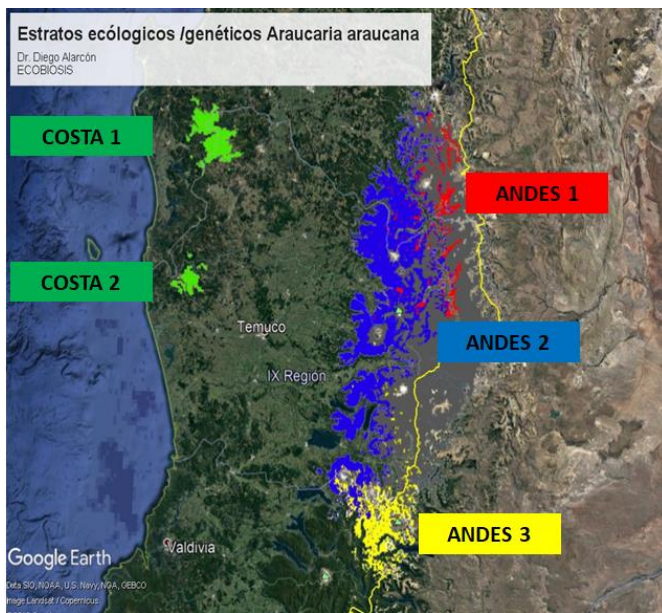
Colecta y Clasificación de Semillas

Durante el verano-otoño del año 2018 se implementó una campaña de colecta de semillas de árboles individuales de araucaria en toda el área de distribución natural de la especie. Se colectó semillas de 418 árboles, obteniéndose igual número de lotes familiares que se identificaron, evaluaron y sembraron en forma individual, manteniendo siempre la identificación del árbol madre.

Junto con la obtención de las semillas se registró información del árbol donante, particularmente ubicación, coordenadas y variables descriptivas del nivel de daño foliar exhibido por cada árbol colectado.

Las coordenadas de cada individuo se superpusieron en el plano de definición de estratos ecológicos/genéticos desarrollado por Alarcón (2019) (documento en preparación), lo que

permitió clasificar los lotes de semillas en los 5 estratos o macrozonas que se muestran en la Figura N° 1. Estas macrozonas se utilizaron posteriormente para agrupar la información de la emergencia de plántulas de las 418 familias evaluadas.



(Fuente: Alarcón, 2019 documento en preparación)

Figura N° 1
CLASIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN NATURAL DE *Araucaria araucana*
EN TRES ESTRATOS ECOLÓGICOS/GENÉTICOS

Respecto a la incidencia de daño foliar, cada árbol fue caracterizado en función de las variables y rangos definidos por Reyes *et al.* (2017), las cuales se sintetizan en el Cuadro N° 1. Esta información se utilizó para evaluar la existencia de relaciones entre el daño y la emergencia de plántulas.

Cuadro N° 1
VARIABLES UTILIZADAS PARA CARACTERIZAR EL DAÑO FOLIAR EXHIBIDO POR LOS ÁRBOLES
DESDE DONDE SE OBTUVO LA COLECCIÓN DE SEMILLAS

Variables de Daño			
	Categoría	Localización	Proporción de Copa Afectada (%)
Rangos	Sano	Sano	0
	Una rama clorótica	Parte baja de copa	<25
	Más de una rama clorótica	Parte media de copa	25 a 50
	Menos de un tercio sano	Tercio superior de copa	50 a 75
	Muerto	Toda la copa	>75

(Fuente: Reyes *et al.*, 2017)

Posteriormente, las semillas de cada familia fueron evaluadas en laboratorio, en términos de tamaño y peso, información que para efectos de este análisis se sintetizó en la variable número de semillas por kilo de semilla limpia. Posteriormente se correlacionó esta variable con la emergencia de plántulas, tanto a nivel de familias individuales como agrupadas en estratos ecológicos-genéticos (macrozonas).

Emergencia de Plántulas y Análisis de Datos

Una vez colectada, la colección de semillas se mantuvo almacenada en cámara de frío a temperatura de 3°C hasta el momento de su siembra, en junio de 2018. La siembra se realizó en invernadero, en dependencias del Vivero Carlos Douglas de Forestal Mininco S.A., usando bandejas contenedoras de plástico con 104 cavidades de 125 cc y corteza de pino compostada como sustrato (Figura N° 2). En función de la cantidad de semillas de cada familia se sembró entre 1 y 2 bandejas para cada una de ellas, registrando el número de semillas sembradas e identificando individualmente las bandejas con el código correspondiente al lote familiar de semillas. El proceso de viverización se efectuó de acuerdo a protocolos y estándares de calidad del vivero.



Figura N° 2
SIEMBRA DE SEMILLAS (arriba) Y VISTA GENERAL DE LA SIEMBRA (abajo)

La emergencia de plántulas se monitoreó en dos ocasiones, octubre de 2018 y enero de 2019, tras 4 y 7 meses transcurridos desde la siembra. En ambas ocasiones se procedió al conteo de la totalidad de las plántulas de cada familia.

Estos datos expresados en porcentaje respecto al número de semillas sembradas por familia, se agruparon a nivel de procedencias y macrozonas para presentarlos en tablas y cuadros; la misma información a nivel de macrozonas se relacionó con parámetros de la semilla, específicamente con su tamaño expresado en número de semillas por kilo, mediante gráficos y coeficientes de correlación línea.

El mismo procedimiento se utilizó para representar las eventuales relaciones entre la emergencia de plántulas y los parámetros descriptivos del daño observado en los árboles desde donde tales semillas fueron obtenidas.

Es necesario aclarar que a diferencia de lo que suele ser habitual, en este artículo se analiza la emergencia de plántulas y no la germinación.

La primera corresponde a una situación más real que permite caracterizar el comportamiento de las semillas durante la viverización, pero constituye una respuesta física de la siembra más que fisiológica del proceso de germinación de las semillas. Ambas evaluaciones tienen aplicaciones y objetivos distintos.

Se debe entender que los resultados de un ensayo de germinación se realizan bajo condiciones ambientales óptimas para que el proceso se produzca y estos se utilizan para precisar requerimientos de pretratamientos en las semillas y, por lo tanto, los valores de emergencia de plántulas en vivero o terreno no tienen por qué ser los mismos que entrega el análisis de germinación en laboratorio.

Lo normal es que la emergencia de plántulas sea menor porque, difícilmente, las condiciones ambientales de un vivero son del todo las ideales para que se produzca la germinación (Escobar, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Colecta y Clasificación de Semillas

Se colectó semilla de un total de 418 árboles, de ellos 47 corresponden a la distribución costa y 371 a la distribución andina (Cuadro N° 2).

En la colección evaluada, el número de semillas por kilogramo, variable que orienta respecto al tamaño de las semillas, alcanza un valor promedio de 266.

Este parámetro fluctúa ampliamente entre familias, las semillas más grandes corresponden a una familia de la macrozona ANDES1 con 144 unidades por kilogramo, mientras que las más pequeñas se encuentran en una familia de COSTA2 con 505 unidades por kilo.

Los valores medios de las familias agrupados a nivel de macrozonas evidencian que las semillas de la zona andina (264 unidades por kilogramo) son de mayor tamaño que las semillas de las procedencias costeras (282 unidades por kilogramo), situación que se expresa gráficamente en la Figura N° 3.

Cuadro N° 2
DETALLE DEL NÚMERO DE FAMILIAS DE QUE COMPONEN LA COLECCIÓN DE SEMILLAS

Macrozona	Predio Sector	Familias Colectadas (N°)	Macrozona	Predio Sector	Familias Colectadas (N°)
COSTA 1	Nahuelbuta	21	ANDES 2	Pichimalín	5
	Cam A. P. E.A	1		Lonquimay	8
	Cam Caramavida-Trongol	1		Cuesta Las Raíces	8
	Camino a Cerro Anay	2		Marimenuco	8
	Camino a Piedra del Águila	3		Marimenuco	8
	Cerro Anay	1		PN Conguillío	46
	Desvío Cerro Anay	2		Captrén	9
	Estacionamiento	2		Centro de esquí	6
	Mirador	1		Conguillío	16
	Piedra del Águila	1		Conguillío sendero	2
	Portería Arauco	3		Conguillío-Cabañas	1
	Portería Malleco	1		Lago -Restaurant	1
	Primer cruce	2		Las Cabañas	2
Sendero Anay	1	Los Paraguas	4		
Subtotal COSTA 1	21	Nevados de Vilcún	2		
COSTA 2	Villa Araucarias	26	Sin Sector	3	
	La Cabaña	2	PN Huerquehue	32	
	Las Mercedes	1	Quinchol	32	
	Pte. El Diablo	23	PN Villarrica	3	
Subtotal COSTA 2	26	Chinay Palguín	2		
ANDES 1	RN Las Nalcas	35	Coñarípe	1	
	Guardería de Conaf	35	RN Las Nalcas	11	
	RN Ralco	68	C/ RN Las Nalcas	3	
	Adecahuín	15	Guardería de Conaf	8	
	Agua de la Argentina	6	RN Malacahuello	32	
	Caicune	5	Coloradito	10	
	Guardería de Conaf	3	Corralco	1	
	La mula	8	Corralco Guardería	3	
	La vega	3	Corralco Hotel	14	
	La vega c/ La mula	5	El trueno	2	
	La Vizcacha	1	Guardería Corralco	1	
	Los Chenques	1	Hotel Corralco	1	
	Piedra Santa	4	RN Ralco	29	
	Provile	12	Acceso Volcán	5	
	Sendero Laguna	2	Adecahuín	18	
	Sendero Vega	1	La Vega	4	
	SIN GPS	1	Ojo de Agua	2	
Vega Ralco	1	Subtotal ANDES 2	227		
Subtotal ANDES 1	103	ANDES 3	PN Villarrica	41	
ANDES 2	Icalma		38	Chianai-Palguín	1
	Huillínco		4	Mamuil Malal	22
	Pudu Mahuida	3	Puesco	18	
	Rincón K Icalma	28	Subtotal ANDES 3	41	
	Tiltico	3			
	Cruzaco	20	Subtotal COSTA (1 y 2)	47	
Cruzaco	10	Subtotal ANDES (1, 2 y 3)	371		
Cumillán	5	TOTAL	418		

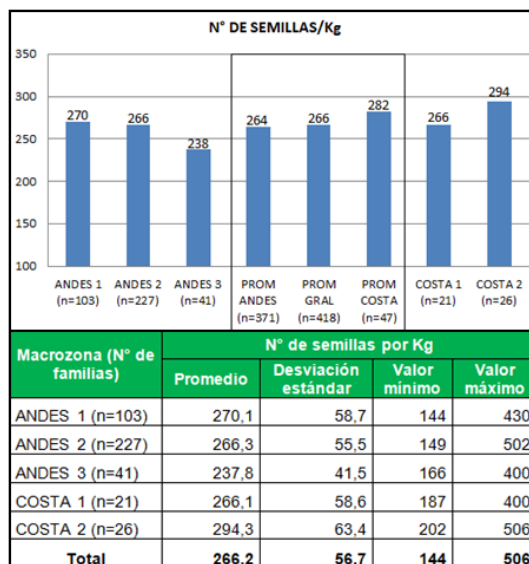


Figura N° 3
CARACTERIZACIÓN DEL NÚMERO DE SEMILLAS POR KILOGRAMO DE 418 FAMILIAS
AGRUPADAS SEGÚN MACROZONAS

Los valores obtenidos resultan coincidentes con los registrados en la bibliografía; el número medio de semillas por kilogramo de la colección evaluada es de 266,2, muy similar a las 260 unidades por kilogramo y 3,8 g/piñón que mencionan como valores medios Muñoz (1984) y Caro (1995). Respecto de la variación observada en el número de semillas por kilogramo, esta también es relativamente coincidente con la documentada en la bibliografía; Zavala (2018), en evaluaciones efectuadas durante tres años consecutivos en la localidad de Lonquimay, señala valores extremos de producción de semillas que fluctúan entre 190 y 523 unidades por kilogramo. El mismo autor menciona valores medios por árbol de 297 a 405 semillas por kilogramo. Por su parte, para el área costera Troncoso (2015) señala valores en el rango de 267 a 348 semillas por kilogramo para la población de Villa Las Araucarias. En ambos casos los valores registrados en zona andina y costera resultan más altos y denotan semillas más pequeñas que las obtenidas en la colección evaluada en este capítulo.

Las variaciones en el tamaño y producción de semillas han tratado de explicarse con distintos argumentos, siendo el más frecuente el que dice relación con la disponibilidad de recursos durante la fase reproductiva, señalándose que la producción de frutos y semillas está condicionada por los niveles de factores limitantes (Zavala, 2018).

En cuanto a las variables que describen la incidencia del daño foliar de la araucaria (categoría de daño, localización del daño y porcentaje de copa afectada) en los árboles desde los cuales se colectó la semilla, se observa una distribución similar para las cinco macrozonas evaluadas (Figura N° 4); en general los árboles de todas las familias y de todas las macrozonas se concentran en la categoría “más de una rama clorótica”, con el daño concentrado principalmente en la parte media y baja de la copa, y con una proporción de copa afectada que fluctúa entre 25 y 50%. De este análisis se desprende también que la enfermedad daño foliar de la araucaria se encuentra ampliamente difundida en toda el área de distribución natural de la especie, y que todos los árboles desde los que se cosechó semillas presentaban algún grado de afectación por esta.

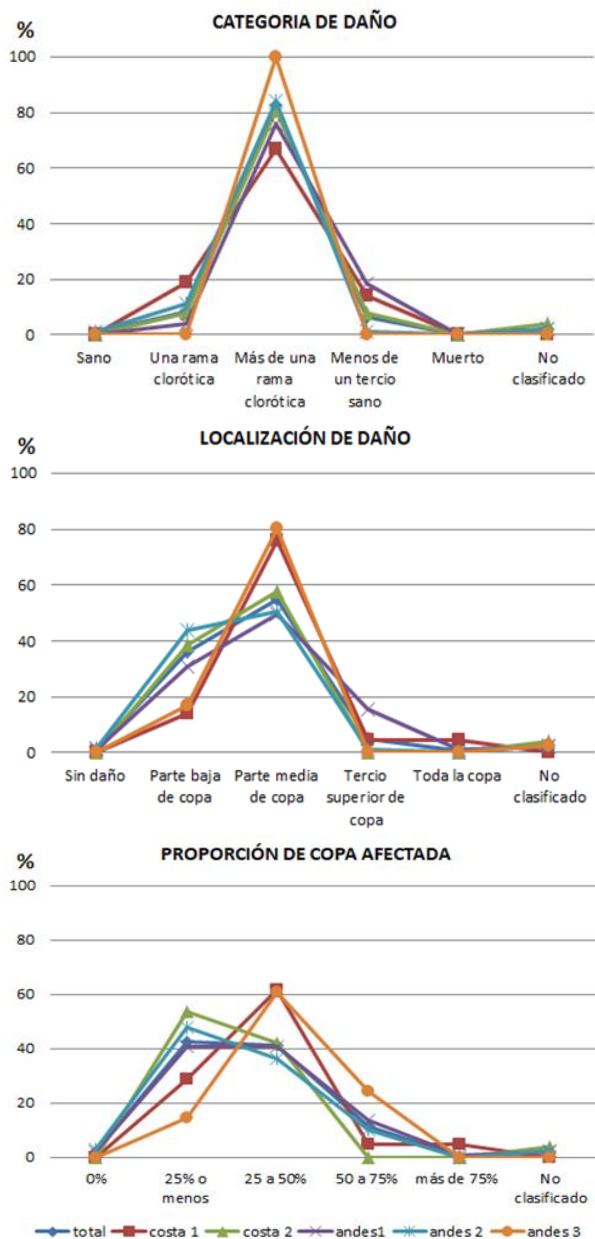


Figura N° 4
CARACTERIZACIÓN DE LA INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD DAÑO FOLIAR
EN LOS 418 ÁRBOLES DESDE DONDE SE OBTUVO LA COLECCIÓN DE SEMILLAS

Emergencia de Plántulas

La primera evaluación de emergencia de plántulas se efectuó en octubre de 2018, cuatro meses después de la siembra, y alcanzó un valor medio de 58,9% (Figura N° 5). En la ocasión se observó que en las procedencias costeras la germinación y emergencia de plántulas (68,1%) se manifiesta antes que en las procedencias andinas (57,8%).

En una segunda evaluación efectuada 7 meses post siembra, en enero de 2019, se constató un aumento general de la emergencia de plántulas, que subió de 58,9 a 81,1%. Este incremento fue de mayor envergadura para las procedencias andinas, las cuales a pesar de exhibir una germinación más lenta alcanzaron valores de emergencia de plántulas superiores a los de las procedencias costeras (Figura N°6; Cuadro N° 3).

Considerando la evaluación de enero 2019 (7 meses post siembra), en promedio la emergencia de plantas de los 418 lotes de semillas alcanzó a un 81%, siendo mayor en las semillas de la macrozona ANDES (81,4%) que en la macrozona COSTA (77,9%). En el primer caso el valor corresponde a 371 progenies con semillas que en promedio son algo más grandes que las de la costa (264 sem/Kg), mientras que en el caso de COSTA corresponde a 47 progenies que en promedio presentan 282 sem/Kg. El detalle de la emergencia de plántulas a nivel de predios y sectores dentro de cada macrozona se presenta en el Cuadro N° 4.



Figura N° 5
EMERGENCIA DE PLÁNTULAS

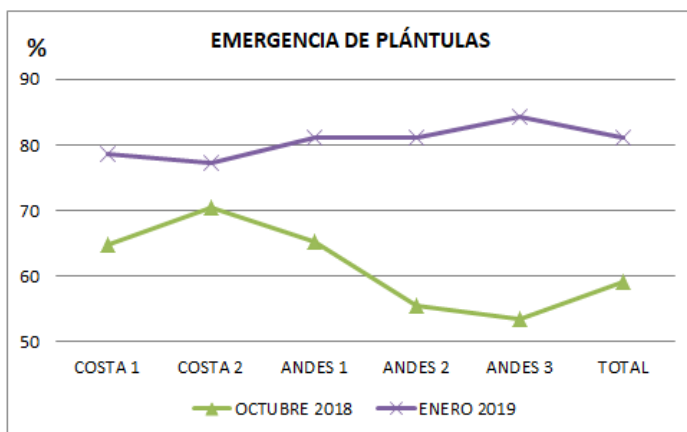


Figura N° 6
EMERGENCIA PROMEDIO DE PLÁNTULAS DE 418 FAMILIAS AGRUPADAS POR MACROZONAS
A LOS 4 Y 7 MESES POST SIEMBRA (SIEMBRA EN JUNIO DE 2018)

Cuadro N° 3
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE EMERGENCIA DE PLÁNTULAS PARA 418 FAMILIAS
SEMBRADAS EN JUNIO 2018

Macrozona	Familias Colectadas (N°)	Parámetro	Semillas Sembradas por Familia (N°)	Emergencia de Plántulas (%)	
				Octubre 2018	Enero 2019
COSTA 1	21	PROM	187	64,8	78,6
		RANGO	[54-208]	[42,6-81,4]	[42,6-93,0]
COSTA 2	26	PROM	194	70,5	77,2
		RANGO	[108-208]	[33,0-91,5]	[34,6-97,5]
ANDES 1	103	PROM	202	65,1	81,0
		RANGO	[165-312]	[22,2-88,9]	[30,3-99,0]
ANDES 2	227	PROM	198	55,5	81,1
		RANGO	[78-208]	[13,1-89,1]	[32,2-98,5]
ANDES 3	41	PROM	198	53,5	84,2
		RANGO	[99-208]	[28,6-76,0]	[64,1-94,3]
TOTAL	418	PROM	198,2	59,1	81,0
		RANGO	[54-312]	[13,1-91,5]	[30,3-99,0]

**Cuadro N° 4
EMERGENCIA DE PLÁNTULAS 418 FAMILIAS 4 Y 7 MESES POST SIEMBRA**

Macrozona	Predio Sector	Familias Colectadas	Semillas Sembradas	Emergencia Plántulas			
				4 meses post siembra (Octubre 2018)		7 meses post siembra (Enero 2019)	
				(N°)	(N°)	(N°)	(%)
COSTA 1	Nahuelbuta	21	3.929	2.569	65,4	3.108	79,1
	Cam A. P. E.A	1	200	132	66,0	174	87,0
	Cam Caramavida-Trongol	1	202	98	48,5	129	63,9
	Camino a Cerro Anay	2	397	290	73,0	325	81,9
	Camino a Piedra del Águila	3	553	403	72,9	466	84,3
	Cerro Anay	1	202	122	60,4	183	90,6
	Desvío Cerro Anay	2	398	225	56,5	284	71,4
	Estacionamiento	2	315	199	63,2	252	80,0
	Mirador	1	54	23	42,6	23	42,6
	Piedra del Águila	1	208	155	74,5	170	81,7
	Portería Arauco	3	599	315	52,6	434	72,5
	Portería Malleco	1	200	139	69,5	172	86,0
	Primer cruce	2	400	307	76,8	314	78,5
Sendero Anay	1	201	161	80,1	182	90,5	
Sub total COSTA 1		21	3.929	2.569	65,4	3.108	79,1
COSTA 2	Villa Araucarias	26	5.058	3.551	70,2	3.891	76,9
	La Cabaña	2	398	238	59,8	289	72,6
	Las Mercedes	1	200	142	71,0	152	76,0
	Pte. El Diablo	23	4.460	3.171	71,1	3.450	77,4
Subtotal COSTA 2		26	5.058	3.551	70,2	3.891	76,9
TOTAL COSTA 1 Y 2		47	8.987	6.120	68,1	6.999	77,9

ANDES 1	RN Las Nalcas	35	7.083	4.862	68,6	6.205	87,6
	Guardería de Conaf	35	7.083	4.862	68,6	6.205	87,6
ANDES 1	RN Ralco	68	13.743	8.717	63,4	10.678	77,7
	Adecahuín	15	3.054	2.040	66,8	2.521	82,5
	Agua de la Argentina	6	1.202	498	41,4	714	59,4
	Caicune	5	1.005	686	68,3	870	86,6
	Guardería de Conaf	3	608	439	72,2	453	74,5
	La mula	8	1.621	1.054	65,0	1.249	77,1
	La vega	3	598	443	74,1	544	91,0
	La vega c/ La mula	5	1.022	715	70,0	928	90,8
	La Vizcacha	1	200	63	31,5	77	38,5
	Los Chenques	1	208	120	57,7	133	63,9
	Piedra Santa	4	807	534	66,2	599	74,2
	Proville	12	2.403	1.498	62,3	1.866	77,7
	Sendero Laguna	2	399	233	58,4	267	66,9
	Sendero Vega	1	200	135	67,5	170	85,0
SIN GPS	1	208	120	57,7	150	72,1	
Vega Ralco	1	208	139	66,8	137	65,9	
Subtotal ANDES 1		103	20.826	13.579	65,2	16.883	81,1

(Cuadro N° 4 continuación)

ANDES 2	Icalma	38	7.520	3.618	48,1	5.714	76,0
	Huillinco	4	707	382	54,0	559	79,1
	Pudu Mahuida	3	605	277	45,8	467	77,2
	Rincon K Icalma	28	5.608	2.613	46,6	4.188	74,7
	Tiltico	3	600	346	57,7	500	83,3
ANDES 2	Cruzaco	20	3.985	1.802	45,2	3.043	76,4
	Cruzaco	10	1.967	856	43,5	1.566	79,6
	Cumillán	5	1.014	548	54,0	746	73,6
	Pichimalín	5	1.004	398	39,6	731	72,8
ANDES 2	Longuimay	8	1.612	1.055	65,4	1.325	82,2
	Cuesta Las Raíces	8	1.612	1.055	65,4	1.325	82,2
ANDES 2	Marimenuco	8	1.607	1.039	64,7	1.343	83,6
	Marimenuco	8	1.607	1.039	64,7	1.343	83,6
ANDES 2	PN Conguillio	46	9.018	4.671	51,8	7.717	85,6
	Captrén	9	1.801	981	54,5	1.590	88,3
	Centro de esquí	6	1.191	693	58,2	1.012	85,0
	Conguillio	16	3.022	1.436	47,5	2.570	85,0
	Conguillio sendero	2	401	228	56,9	368	91,8
	Conguillio-Cabañas	1	201	106	52,7	174	86,6
	Lago -Restaurant	1	198	144	72,7	171	86,4
	Las Cabañas	2	408	119	29,2	369	90,4
	Los Paraguas	4	792	459	58,0	602	76,0
	Nevados de Vilcún	2	407	200	49,1	328	80,6
	Sin Sector	3	597	305	51,1	533	89,3
ANDES 2	PN Huerquehue	32	6.336	3.569	56,3	5.338	84,2
	Quinchol	32	6.336	3.569	56,3	5.338	84,2
ANDES 2	PN Villarrica	3	601	305	50,7	545	90,7
	Chinay Palguín	2	399	186	46,6	360	90,2
	Coñaripe	1	202	119	58,9	185	91,6
ANDES 2	RN Las Nalcas	11	2.192	1.400	63,9	1.731	79,0
	C/ RN Las Nalcas	3	608	352	57,9	486	79,9
	Guardería de Conaf	8	1.584	1.048	66,2	1.245	78,6
ANDES 2	RN Malalcahuello	32	6.238	3.665	58,8	4.830	77,4
	Coloradito	10	1.959	1.296	66,2	1.549	79,1
	Corralco	1	200	115	57,5	142	71,0
	Corralco Guardería	3	590	254	43,1	461	78,1
	Corralco Hotel	14	2.721	1.535	56,4	2.116	77,8
	El trueno	2	377	210	55,7	239	63,4
	Guardería Corralco	1	196	120	61,2	157	80,1
	Hotel Corralco	1	195	135	69,2	166	85,1
ANDES 2	RN Ralco	29	5.817	3.687	63,4	4.855	83,5
	Acceso Volcán	5	1.011	502	49,7	838	82,9
	Adecahuín	18	3.618	2.398	66,3	3.019	83,4
	La Vega	4	800	602	75,3	654	81,8
	Ojo de Agua	2	388	185	47,7	344	88,7
Subtotal ANDES 2		227	44.926	24.811	55,2	36.441	81,1
ANDES 3	PN Villarrica	41	8.119	4.329	53,3	6.834	84,2
	Chianai-Palguín	1	200	95	47,5	162	81,0
	Mamuil Malal	22	4.398	2.255	51,3	3.623	82,4
	Puesco	18	3.521	1.979	56,2	3.049	86,6
Subtotal ANDES 3		41	8.119	4.329	53,3	6.834	84,2
TOTAL ANDES 1, 2 Y 3		371	73.871	42.719	57,8	60.158	81,4
TOTAL GENERAL		418	82.858	48.839	58,9	67.157	81,1

La emergencia de plántulas observadas es alta y se condice con los mejores valores de capacidad germinativa reportada para la especie en la bibliografía, particularmente para los procesos de viverización con semilla sometida a tratamientos pregerminativos.

En efecto, existen variados antecedentes de germinación de semillas de *Araucaria araucana* en ensayos de laboratorio, siembra directa en campo y siembra en vivero, los que, si bien son muy variables, coinciden en señalar valores relativamente alto durante la viverización.

Echeverría *et al.* (2004) menciona valores de 2% a 33% en operaciones de siembra directa en terreno y viverización, respectivamente.

Donoso y Cabello (1978) determinaron una capacidad germinativa de 56%, para semillas proveniente de la provincia de Cautín sin tratamientos pregerminativos.

Muñoz (2010), informa valores de 51 a 89% para semilla sin tratar y estratificada, respectivamente.

Sanguinetti y Kitzberger (2009, cit. por Duplancic, 2011), obtuvieron una capacidad germinativa de entre 60 y 95% para siembras directas con exclusión de depredadores vertebrados.

Zavala (2018) citando diversas fuentes menciona valores de germinación de 70 a 82%.

Otros autores citados por Duplancic (2011) señalan germinación en vivero de 70%, y de hasta 100% en algunos ensayos de producción de plantas en vivero.

Relación entre Emergencia de Plántulas, Tamaño de Semillas y Nivel de Daño Foliar en Árboles Madres

A nivel de árboles individuales se observa que los lotes que cuentan con menos semillas por kilogramo (semillas más grandes) tienen una mayor emergencia de plántulas que los lotes con más semillas por kilo (semilla más pequeña).

La misma tendencia general se observa en las macrozonas de Costa y Andes. La correlación entre ambas variables es escasa y ligeramente negativa (Figura N° 7).

La relación observada es reconocida en el ámbito de la viverización de plantas, sobre este particular Escobar (2007) indica que generalmente las semillas más pequeñas de una muestra tienen menor viabilidad y mayor latencia que las intermedias y más grandes.

La práctica de calibrar la semilla y preferir la más grande para producir plantas suele implementarse en los viveros y para algunas especies, entre ellas eucaliptos, muchos viveristas evitan utilizar en el proceso de siembra las semillas de menor calibre (más pequeñas) las cuales consideran desecho.

En cuanto a la relación entre emergencia de plántulas y variables descriptivas del daño foliar en los árboles fuente de semillas, se observa una tendencia opuesta entre los árboles de las macrozonas Costa y Andes.

En la primera se aprecia una tendencia natural a que los árboles con mayor incidencia de daño exhiban menor emergencia de plántulas, pero esta tendencia se manifiesta en forma opuesta en los árboles de la macrozona Andes (Figura N° 8).

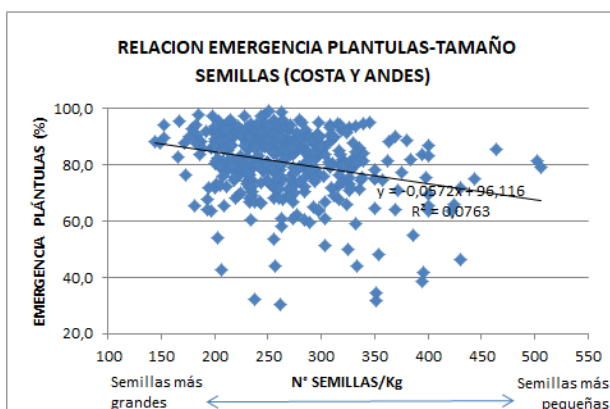
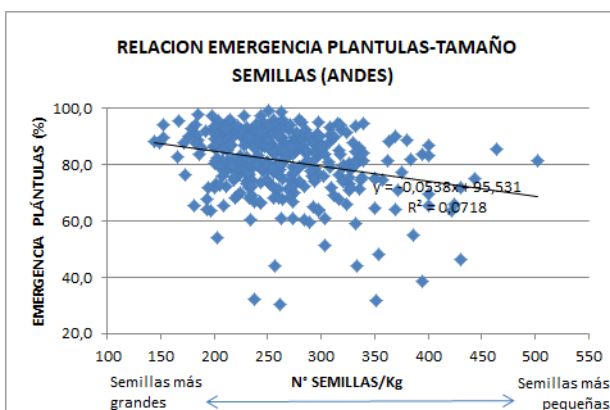
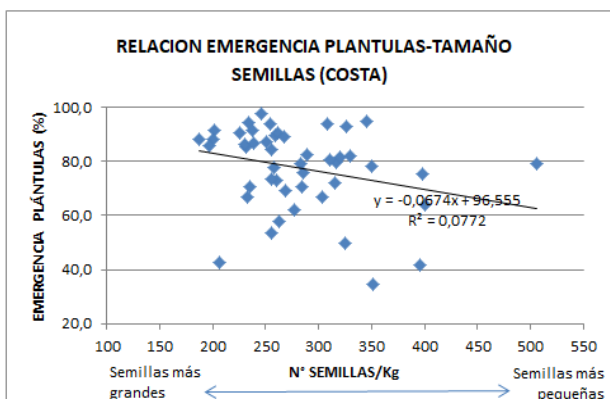
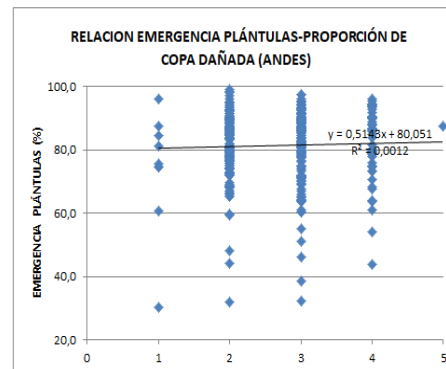
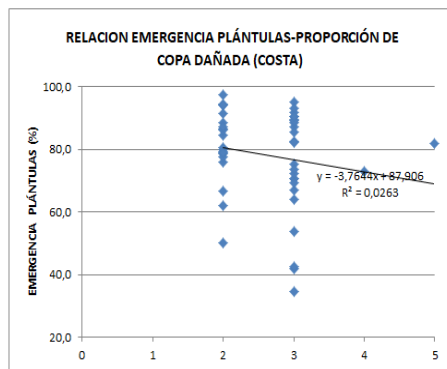
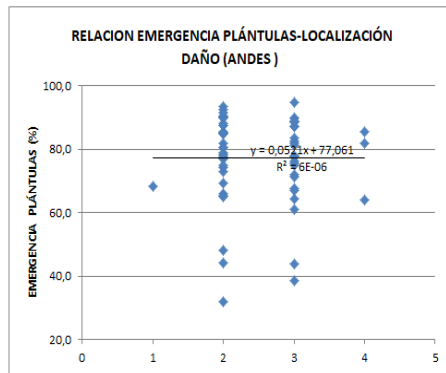
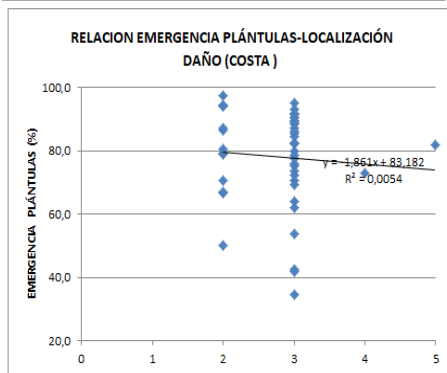
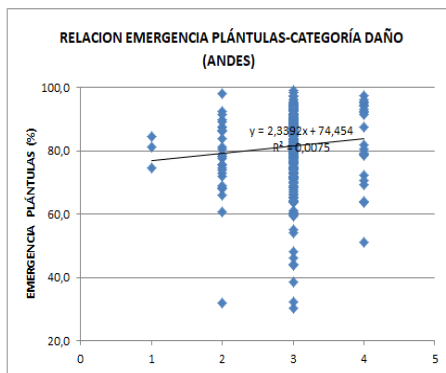
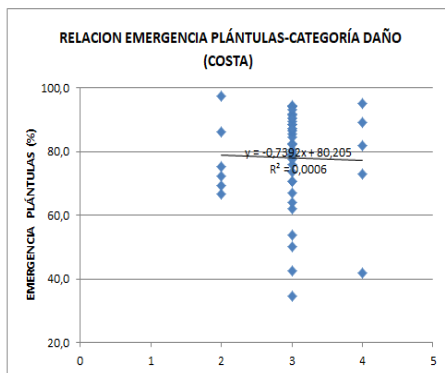


Figura N° 7
RELACIÓN ENTRE EMERGENCIA DE PLANTAS Y NÚMERO DE SEMILLAS POR KILOGRAMO



CATEGORÍA DAÑO

- 1=Sano
- 2=Una rama clorótica
- 3=Más de una rama clorótica
- 4=Menos de un tercio sano
- 5=Muerto

LOCALIZACIÓN DAÑO

- 1=Sano
- 2=Parte baja de copa
- 3=Parte media de copa
- 4=Tercio superior de copa
- 5= Toda la copa

PROPORCIÓN DE COPA DAÑADA

- 1= 0%
- 2= <25%
- 3= 25 a 50%
- 4= 50 a 75%
- 5= >75%

Figura N° 8

RELACIÓN ENTRE EMERGENCIA DE PLÁNTULAS Y DAÑO FOLIAR EN ARBOLES FUENTE DE SEMILLA

En la práctica las relaciones observadas parecen ser circunstanciales, observándose gran variación en la emergencia de plántulas dentro de cada valor de las variables que caracterizan al daño (categoría, localización y proporción de copa afectada). Por lo mismo, las tendencias observadas estarían respondiendo más bien al número de árboles en cada nivel y no al nivel propiamente tal.

Análogamente las diferencias entre Costa y Andes obedecerían a esta misma situación, por cuanto entre los árboles de Costa no se registran individuos en el nivel 1 de las variables categoría de daño, localización del daño y proporción de copa afectada; situación que sí ocurre entre los árboles de la macrozona Andes.

CONCLUSIONES

Existe una natural variación en la emergencia de plantas entre las distintas familias de araucaria. No obstante, los valores son relativamente altos y se condicen con la alta germinación que se reporta para la especie. La emergencia de plántulas, tanto para las semillas procedentes de las macrozonas Costa y Andes, sigue la tendencia general reportada para otras especies en cuanto a que las semillas de mayor tamaño germinan más y producen más plantas que las de tamaño menor.

A nivel de macrozonas, las semillas colectadas en árboles de poblaciones costeras resultaron de tamaño ligeramente menor y exhibieron una emergencia de plántulas más rápida que las semillas de la macrozona Andes. No obstante, los valores de emergencia de plántulas fueron final y definitivamente mayores en las semillas colectadas en poblaciones andinas, las que si bien emergieron más tarde experimentaron incrementos de emergencia en el tiempo mayores que los exhibidos en la macrozona Costa.

En cuanto a la incidencia del daño foliar de los árboles donantes de las semillas, no parece que este sea un factor que incida en la emergencia de plántulas. Al respecto debe tenerse en cuenta, que al momento de la colecta se privilegió a los que presentaban menores niveles de daño.

REFERENCIAS

Alvarado, A. y Levet, O., 2014. Manual de protocolos de producción de especies utilizadas por el programa de arborización. Corporación Nacional Forestal, Gerencia Forestal, Dpto. de Arborización. Santiago, Chile. 177 p.

Benítez, C., 2005. Viabilidad de las semillas y crecimiento inicial de plántulas de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch de la Cordillera de Nahuelbuta en la IX región de Chile. Tesis, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Católica de Temuco. Temuco, Chile. 107 p.

Caro, M., 1995. Producción y dispersión de semillas de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch, en Lonquimay. Memoria de título de Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agraria y Forestales. Santiago. Chile. 25-51.

Chávez, A.; Mugridge, A.; Fassola, H.; Aleganza, D. y Fernandez, R., 1999. Conservación refrigerada de semillas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. *Bosque* 20(2): 117-124.

Donoso, C. y Cabello, A., 1978. Antecedentes fenológicos y de germinación de especies leñosas chilenas. Departamento de silvicultura. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. 1: 31-41.

Donoso, C., 1993. Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. Primera Edición. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 484 p.

Duplancic, M., 2011. Germinación de semillas de *Araucaria araucana* provenientes del bosque xérico nortepatagónico. *Multequina* 20: 113-115. ISSN 1852-7329 on-line

Echeverría, C.; Zamorano, C. y Cortés, M., 2004. Conservation and restoration of monkey puzzle (*Araucaria araucana*) forest in Chile. Global Trees Campaign. Final Report. www.globaltrees.org/downloads/ChileReportS.pdf.

Escobar, R., 2007. Manual de viverización. Instituto Forestal, Centro Tecnológico de la Planta Forestal. Concepción, Chile. 230 p.

González, M.; Cortés, M.; Izquierdo, F.; Gallo, L.; Echeverría, C.; Bekkesy, S. y Montaldo, P., 2006. *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch. In Cuneo M eds. Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Valdivia, Chile. Marisa Cuneo Ediciones. p. 36-53.

López, H., Jiménez, G. y Reyes, B., 1986. Algunos antecedentes sobre cosecha, procesamiento y viverización de varias especies nativas. Revista Chile forestal. Documento técnico N°5.

Marticorena, C. y Rodríguez, R., 1995. Flora de Chile. Volumen I, *Pterydophyta-Gymnospermae*. Universidad de Concepción. Concepción, Chile. Editorial Aníbal Pinto. 352pp.

Muñoz, R., 1984. Análisis de la productividad de semillas de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch en el área de Lonquimay, IX Región. Tesis. Fac. Cs. Agrarias, Veterinarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago. Chile. 84 p.

Muñoz, F., 2010. Evaluación del almacenamiento, germinación de semillas y producción de plantas de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch, procedentes de la comuna de Lonquimay, IX Región. Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 49 p.

Olave, F., 2015. Efectos de la aplicación de cortas selectivas en bosques de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch ubicados en la región de la Araucanía, Chile. Tesis Doctoral presentada en satisfacción de los requisitos necesarios para optar al grado de Doctor por la Universidad Internacional de Andalucía. Programa de Doctorado compartido Universidad de Andalucía- Universidad de Córdoba. España. 202 p.

Reyes, M.; Pinto, R. y Cruz, P., 2017. Estudios de prospección fitosanitaria en los bosques de *Araucaria araucana*, para determinar los niveles de afectación de daño foliar en los bosques de las regiones del Biobío, Araucanía y Los Ríos. UFRO-OTERRA. Presentación en seminario internacional International Meeting of the Araucaria. Pucón, Chile. 6-9 noviembre, 2017.

Rodríguez, R.; Matthei, O. y Quezada, M., 1983. Flora Arbórea de Chile. Concepción, Chile. Editorial de la Universidad de Concepción.

Troncoso, A., 2015. Evaluación del proceso de germinación de la especie *Araucaria araucana* (Mol.) Koch. proveniente del sitio prioritario de conservación de Villa Las Araucarias, Región de La Araucanía. Trabajo de Titulación presentado como parte de los requisitos para optar al Título de Ingeniero en Conservación de Recursos Naturales. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales. Valdivia, Chile. 46p.

Urrutia, J., 1986. Análisis bibliográfico y pictórico de semillas y sus procesos germinativos para 32 especies forestales nativas. Tesis, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 64pp.

Zavala, J. 2018. Análisis de la producción, germinación y viabilidad de semillas de *Araucaria araucana* (Molina) k. Koch, para tres años de fructificación y tres localidades de la comuna de Lonquimay, región de la Araucanía. Memoria para optar a título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile, facultad de Ciencias forestales y de Conservación de la naturaleza. Santiago, Chile. 29 p.