

---

# EVALUACION DE LA PRODUCCION Y PRODUCTIVIDAD EN BIOMASA AEREA DE BOLDO (*Peumus boldus* Mol.) EN UN BOSQUE ESCLEROFILO

Donoso, Sergio<sup>1\*</sup> y Duran, Leonardo<sup>2\*</sup>

## RESUMEN

El presente estudio evaluó la producción y productividad de biomasa aérea en una formación de boldo (*Peumus boldus* Mol.), ubicada en un predio de la Comuna de María Pinto, Región Metropolitana de Chile; formación que ha sido intervenida durante los últimos años para la comercialización de sus hojas.

Fueron establecidas tres parcelas de 500 m<sup>2</sup> en sectores que presentaban intervenciones. En cada una, los individuos fueron posicionados mediante coordenadas (x,y), realizando un levantamiento horizontal a los boldos. Se midió el diámetro de todos los vástagos de boldo en cada parcela, determinando además el número de vástagos, área basal, diámetros de copa y altura.

Se cosechó 12 árboles en forma completa, extrayendo una muestra superior a los 200 vástagos. En cada uno se separó las hojas y el fuste, materiales que luego fueron secados en una estufa a aire forzado y posteriormente pesados para obtener los pesos secos por componente.

El peso seco de hoja, fuste y total para los vástagos, se correlacionó con el largo y diámetro basal, determinando a este último como la mejor variable ( $R^2$  de 0,95) y base de las funciones estimadoras de biomasa. Estas funciones permiten estimar la biomasa por componente de cada individuo. Los valores fueron correlacionados con aquellas variables descriptivas medidas en terreno, concluyendo que el área basal, el diámetro mayor de copa y la altura serían los elementos a utilizar en la construcción de los modelos por componente a nivel de cepa. Estos modelos, como los de vástagos, fueron validados con el error cuadrático medio.

La producción de biomasa aérea para una densidad de 1.420; 580 y 480 árboles/ha es de 2,22; 1,29 y 1,22 t/ha de hojas y 8,76; 6,30 y 6,26 t/ha de fuste, respectivamente. Por su parte, la productividad media de un individuo es de 160 g de hoja y 300 g de fuste al año. Mientras que, la formación de boldo genera anualmente 196 kg/ha de hojas, 833 kg/ha de biomasa fustal y 971 kg/ha en biomasa total.

---

<sup>1</sup> sedonoso@uchile.cl.; <sup>2</sup> leoduko@yahoo.com.mx

\* Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales - Departamento de Silvicultura.



---

## SUMMARY

This study evaluated both the production and the productivity of aboveground biomass in a boldo forest (*Peumus boldus* Mol.). The forest is located in the «Fundo Loleo», in the María Pinto District of the Metropolitan Región of Chile. In the recent years, the boldo leaves have been the main commercial production from this forest.

Three plots of 500 m<sup>2</sup> each were established in all the areas in which prior human intervention was noticed. To graphically describe the boldo harvesting, the trees were artificially positioned with a coordinate (x,y), so an horizontal transect of them was available. The diameters of all the boldo saplings were measured in each plot. With these data, diameters dispersion tables were built, so samples were selected to adjust the biomass equations. In addition, all the number of saplings, the basal área, the canopy diameter, and the height of each tree was measured.

Twelve whole boldo trees were harvested. From them, a sample of more than 200 saplings was obtained. Both the stem and the leaves of each sapling were dried in an oven and then weighed. Therefore, the dry weight of stems and leaves were obtained.

In order to develop biomass equations, the dry weight of all the leaves, stems, and the total biomass of the samples were correlated to the length and diameter of the saplings. As a result, the diameter was the best correlated variable ( $R^2= 0,95$ ), so was chosen as a base for developing biomass estimate equations for saplings.

The determined biomass equations allowed the biomass estimation for each component of the saplings (leaves, stem, and total). The results were then correlated to descriptive variables measured in the field, such as basal área, the major canopy diameter, and the height. These variables were then used to built the biomass models for each component of the saplings. The mean quadratic error was used to validate these models.

The biomass productions for boldo forests of 1.420; 580 and 480 trees per hectare were 2.22; 1.29; and 1.22 tons per hectare, and 8.76; 6.30; and 6.26 tons per hectare of stems, respectively. On the other hand, the mean productivity of biomass of a boldo tree was of 160 grams of leaves, and 300 grams of stem per year. The boldo forest produces a year 196 kg/ha of leaves, 833 kg/ha of stem biomass, and 971 kg/ha of total biomass.

## INTRODUCCION

Durante décadas las formaciones nativas han sido objeto del aprovechamiento por parte de la población para su desarrollo, situación que se ha mantenido en la actualidad, provocando en forma permanente que la vegetación presente algún grado de degradación, que modifica el paisaje y la ecología interna de aquellos bosques y genera un efecto directo sobre la productividad de aquellas formaciones.

El Tipo Forestal Esclerófilo, con un 2.0% de la superficie de bosques del país, ha sido cosechado intensamente debido a que la mayoría de las especies que lo componen presentan algún grado de interés comercial, ya sea por la extracción de productos maderables o no maderables (PFNM) Estos últimos han presentado un aumento en su demanda, principalmente por otros países que valoran considerablemente las características que poseen y los efectos que producen (CONAF, 1997).

Lo anterior, ha generado un aumento en la extracción de productos del bosque, sin considerar la sustentabilidad del recurso. Por lo tanto, es necesario desarrollar estudios que permitan por una parte la conservación de este en el tiempo y por otra dimensionar la capacidad productiva. Por ello, establecer esta capacidad así como definir el manejo silvícola, son condiciones necesarias en un marco de manejo sustentable.

Boldo (*Peumus boldus*) es una especie ampliamente utilizada en la obtención de diferentes productos, donde se destaca la cosecha de sus hojas para extracción de metabolitos (Sfeir, 1990), que han sido comercializados al exterior desde el siglo pasado. En el último tiempo, las exportaciones de hoja han superado las 1.100 toneladas, por un valor FOB cercano a US \$ 580.000, siendo Alemania, EEUU, Japón, Francia, Argentina y Brasil los principales países de destino (INFOR – CONAF, 2003).

Considerando la importancia económica que presenta esta especie, es relevante realizar estudios que permitan evaluar la producción de hojas, así como de biomasa fustal, que permitan determinar rangos de productividad para una formación de boldo. A su vez, entregar información sobre los aspectos de la cosecha en tiempo y espacio, caracterizando la forma en que se ha realizado el aprovechamiento. Para ello, este trabajo tiene por objetivo evaluar la producción y productividad de biomasa aérea de boldo para una formación del Tipo Forestal Esclerófilo.

## MATERIAL Y METODO

El presente estudio se realizó en un predio particular de nombre "Fundo Loleo", ubicado en el sector de la cuesta de Ibacache, Comuna de María Pinto, Provincia de Melipilla, Región Metropolitana. Con una superficie de 2.600 ha, que presenta como límites por el norte la Comuna de Curacaví y por el oeste la V Región. Durante los últimos veinte años, las formaciones de boldo que presenta este predio han sido intervenidas con el objetivo de extraer hojas con fines comerciales.



Según Santibáñez y Uribe (1990), la zona presenta un clima mediterráneo semiárido. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían entre una máxima de 27,7 ° C en enero y una mínima en julio de 4,7 ° C en promedio. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 454 mm, con un déficit hídrico de 952 mm y un período seco de ocho meses. La humedad relativa promedio anual es de un 77 %, mientras que el período libre de heladas es de 245 días, con un promedio de 7 heladas por año.

El suelo derivado de material granítico, presenta una alta susceptibilidad a la erosión así como una baja fertilidad. Con drenaje externo rápido producto de la estructura franco arcillo arenosa de los materiales, el drenaje interno es moderadamente lento debido a que los horizontes más bajos son abundantes en cuarzo y la estructura arcillosa de los materiales es más débil (Peralta, 1976).

Las formaciones vegetales que predominan en el sector son de origen probablemente secundario, desarrolladas en un bosque esclerófilo de alta complejidad, predominando el matorral cerrado y formaciones espinosas de alta densidad con algunos individuos arbóreos esparcidos (Gajardo, 1994), compuesto en su mayoría por peumo, litre, boldo, quillay y espino principalmente, generando en conjunto diferentes estructuras arbóreas y/o arbustivas.

Con la información proporcionada por los diferentes planes de manejo presentados en el predio, la distribución y edad de las cepas por parcela, se realizó una caracterización de la cosecha de boldo a nivel espacial y temporal.

Debido a las intervenciones realizadas en el predio, se generó una gran cantidad de situaciones, que se traducen en una formación con una gran heterogeneidad estructural. De acuerdo a esto, los sectores seleccionados fueron aquellos que presentaban diferentes extracciones durante los últimos años, permitiendo tener individuos de variadas características estructurales y de diferentes edades.

Una vez ubicados los sectores, fueron establecidas tres parcelas rectangulares de 500 m<sup>2</sup> (20 x 25 metros), en las cuáles se realizó un inventario de las especies.

Finalmente, en cada individuo de boldo fueron medidas las variables descriptivas que serían utilizadas en la construcción de las funciones de biomasa. A nivel de individuo se midió altura total, diámetro mayor y menor de copa y número de vástagos. A nivel de vástago se midieron: altura y diámetro.

Basándose en el método alométrico para la estimación de la biomasa, fueron construidas tablas de frecuencia con respecto a la dispersión del diámetro del vástago, de modo que la muestra extraída incluyera todo el rango de diámetros del sector correspondiente. Fueron cosechados completamente 4 individuos por parcela, que permitieron muestrear más de 200 vástagos.

Los vástagos, fueron cortados a nivel de la cepa y transportados a la Facultad de Ciencias Forestales, donde se separaron las hojas del fuste en forma manual. Por otra parte, la biomasa fustal consideró a las ramas, ramillas y fuste del vástago como un conjunto.

El material obtenido, consistente en biomasa foliar y fustal, fue sometido a un proceso de secado en un horno de aire forzado a una temperatura de 65 ° C hasta llegar a peso constante. Una vez seco el material se procedió a pesar cada muestra en una balanza de precisión, con lo que se obtuvo el peso seco de biomasa foliar y fustal para cada vástago extraído. El peso seco total del vástago se calculó por la sumatoria de la biomasa de hojas y de fuste correspondiente.

Mediante el uso del programa computacional STATGRAPHICS PLUS en conjunto con técnicas de análisis regresional, se procesó la información obtenida, generando ecuaciones de biomasa por componentes (foliar y fustal) y total.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La vegetación de los sectores, esta compuesta principalmente por especies constituyentes del bosque esclerófilo tales como boldo (*Peumus boldus*), espino (*Acacia caven*), molle (*Schinus latifolius*) quillay (*Quillaja saponaria*), peumo (*Cryptocarya alba*), maitén (*Maytenus boaria*) y huingán (*Schinus polygamus*). La densidad es de 1587 árboles por hectárea.

Estructuralmente, se presentan tres estratos: el estrato arbóreo, compuesto por peumo, boldo, espino y molle; el estrato arbustivo formado por espino, boldo y huingán; y finalmente el estrato herbáceo dominado principalmente por asteráceas.

En el área la presencia de boldo es relevante con aproximadamente 827 árboles por hectárea. Estos presentan 11.006 vástagos por hectárea, donde el 75 % se concentra en los diámetros inferiores a 3,1 cm.

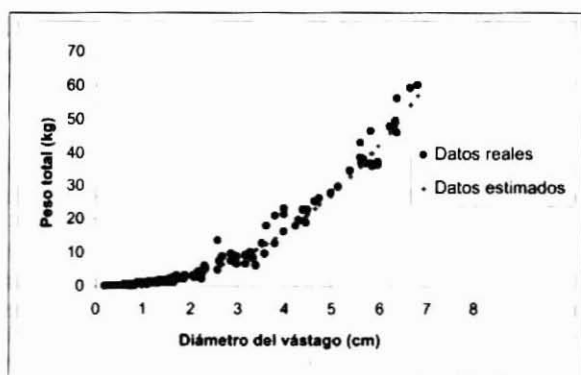
### Biomasa de Vástagos

La variable que presenta un mayor coeficiente de correlación respecto al peso seco de hojas, fuste y total, es el diámetro del vástago con un valor de 0,95; 0,98 y 0,98, respectivamente (Cuadro N° 1 y Figura N° 1). Para la biomasa foliar, si bien la correlación obtenida es más alta que la presentada por Montecinos (2001) (0,856); coincide que el diámetro del vástago es la variable que mejor explica el comportamiento de la biomasa tanto de hojas como de fuste y total.



**Cuadro N° 1**  
**MODELOS AJUSTADOS PARA LA BIOMASA POR COMPONENTES EN VASTAGOS**

COMPONENTE	FUNCION ESTIMADORA DE BIOMASA	FUNCION LINEALIZADA	R <sup>2</sup>	S <sub>yx</sub>
HOJAS	$Y = 22,9438 * X^{1,90447}$	$\text{Ln } Y = 3,133 + 1,90447 * \text{Ln } X$	0,95	0,59
FUSTE	$Y = 32,2899 * X^{2,67985}$	$\text{Ln } Y = 3,475 + 2,67985 * \text{Ln } X$	0,98	0,46
TOTAL	$Y = 61,1665 * X^{2,3632}$	$\text{Ln } Y = 4,133 + 2,3632 * \text{Ln } X$	0,98	0,42



**Figura N° 1**  
**PESOS SECOS TOTALES REALES Y ESTIMADOS EN FUNCION DEL DIAMETRO**

Los modelos, presentan muy buen ajuste, con altos valores de coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>), bajos errores estándar de estimación (S<sub>yx</sub>) y una distribución de residuos apropiada. Los modelos generados mediante la variable altura, si bien presentan correlaciones y errores de estimación cercanos a los generados por el diámetro del vástago, no fueron considerados debido a que al aumentar la altura, no necesariamente el peso seco aumenta, producto de la competencia entre los vástagos en el individuo y la competencia entre los individuos. A esto se debe añadir, la facilidad en la medición del diámetro del vástago con respecto a la altura.

### **Biomasa de Individuos**

Por medio de los modelos seleccionados para estimar la biomasa de cada componente de los vástagos, se obtuvo el peso seco para el individuo completo. La información obtenida a la que se añadió los individuos cosechados completamente en las parcelas, fue relacionada

con aquellas variables descriptivas medidas en cada individuo para la obtención de las respectivas funciones.

Las variables que mejor se correlacionan con la biomasa por componentes para individuos corresponden al área basal, el diámetro mayor de copa y la altura. Si bien el diámetro menor de copa presenta valores de correlación cercanos a los obtenidos por el diámetro mayor, la variable no fue considerada así como el número de vástagos, ya que esta última presentó los valores más bajos.

Mediante el ajuste regresional paso a paso, se probaron distintos modelos con aquellas variables seleccionadas anteriormente. Esto permitió descartar las variables que aumentaban las posibilidades de error al momento de la estimación.

El área basal corresponde a la variable más relevante en la estimación de la biomasa para cada componente (Cuadro N° 2). El diámetro mayor de copa y la altura no aportan mayor precisión en la estimación de la biomasa. Por otra parte, al incorporar el diámetro menor de copa a cada modelo, tanto el coeficiente de correlación como el error de estimación presentaban valores muy bajos en comparación a los obtenidos por los modelos donde estaba presente la variable área basal (AB). Una situación similar se presenta al incorporar el número de vástagos.

**Cuadro N° 2**  
**MODELOS AJUSTADOS PARA LA BIOMASA POR COMPONENTES**  
**PARA EL INDIVIDUO COMPLETO.**

	<b>FUNCION ESTIMADORA DE BIOMASA</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>S<sub>rx</sub></b>
<b>HOJAS</b>	$LN Y = 12,2904 + 0,9592 * LN (AB)$	<b>0,99</b>	<b>0,059</b>
<b>FUSTE</b>	$LN Y = 15,303 + 1,3037 * LN (AB)$	<b>0,97</b>	<b>0,199</b>
<b>TOTAL</b>	$LN Y = 14,8071 + 1,1583 * LN (AB)$	<b>0,98</b>	<b>0,119</b>

### **Producción y Productividad de Biomasa**

Definidas las ecuaciones para la estimación de biomasa, se procedió a estimar la biomasa acumulada en cada individuo, permitiendo obtener la producción de biomasa para cada componente y parcela estudiada (Cuadro N° 3).



**Cuadro N° 3**  
**PRODUCCION DE BIOMASA POR COMPONENTES PARA CADA PARCELA.**

PARCELAS	ÁRBOLES (N/ha)	BIOMASA DE HOJAS		BIOMASA DE FUSTE		BIOMASA TOTAL	
		(kg)	(t/ha)	(kg)	(t/ha)	(kg)	(t/ha)
1	1.420	111.19	2.2238	438.02	8.7604	530.62	10.6124
2	580	64.72	1.2944	315.05	6.301	347.01	6.9402
3	480	61.07	1.2214	313.34	6.2668	338.39	6.7678

Los valores obtenidos, en biomasa para cada componente a nivel de hectáreas, se encuentran cercanos a los determinados por diferentes estudios. Es así como para una densidad de 480 árboles/ha, la producción de biomasa total alcanza 6,76 t/ha, superando a las 4,5 t/ha determinadas por Kannegiesser (1987) para boldos de la VII Región con una densidad de 440 árboles/ha. Esta diferencia puede ser debido a las características intrínsecas de cada región, así como las diferencias en la estructura de la formación vegetal.

La producción de biomasa foliar a nivel de individuo en este trabajo, presenta valores entre 0,09 y 12,04 kg. Gajardo y Verdugo (1979) obtuvieron en individuos que se desarrollaban en la V Región, una producción de hojas entre 0,3 y 9,0 kg.

En tanto que boldos que crecían en la VII Región, presentaron un rango que varió entre 0,095 y 27,8 kg (Kannegiesser, 1987) y los antecedentes generados por Montecinos (2001) en la VI Región, varían entre 0,88 y 10,59 kg/individuo. Los valores obtenidos para esta formación estudiada, se encuentran dentro de los rangos presentes en las diferentes formaciones de boldo.

La producción de biomasa foliar con un valor de 1,21 t/ha para una densidad de 480 árboles/ha, es similar a las 1,19 t/ha obtenidas por Montecinos (2001), en una formación de 462 árboles/ha. Esto apunta a la similitud en las condiciones de crecimiento de ambos trabajos. Por el contrario, llama la atención las 0,42 t/ha de hojas para una densidad de 440 árboles/ha (Kannegiesser, 1987), valor muy bajo respecto a la obtenida en este estudio para una densidad cercana; a pesar de las condiciones climáticas presentes en el sector de Sagrada Familia, que son mejores en términos de precipitación (700 mm/año) respecto a Melipilla (300 mm/año), además de su cercanía a la costa.

Respecto de otras especies esclerófilas en términos de biomasa foliar, la producción a nivel de individuo determinada por Mondaca (1997) en una formación de litre en Melipilla varía entre 2,1 y 11,9 kg, llegando a producir 2,6 t/ha de hoja. Mientras que quillay con una densidad de 30 árboles/ha produce 1,2 t/ha de biomasa foliar (Toral y Rosende, 1986).

Considerando los valores de biomasa entregados en el Cuadro N° 3, el fuste representa alrededor del 75 % de la biomasa total considerando ramas, corteza y fuste, mientras que las hojas aportan el 25% restante; coincidiendo con los valores entregados por Kannegiesser (1987), Toral *et al.* (1988) y Aguirre e Infante (1988).



Una de las variables medidas en cada individuo, que no fue considerada en la construcción de los modelos de estimación de la biomasa, corresponde a la edad. La relación entre esta variable y los pesos secos obtenidos por los modelos seleccionados, permitió determinar la productividad media para el boldo con respecto a cada componente.

A medida que aumenta la edad de los vástagos de boldo, la biomasa por componente tiende a aumentar, lo que conlleva directamente a un aumento en la productividad. Sin embargo, este aumento no es proporcional, debido a que influyen sobre la producción de biomasa aérea las características intrínsecas del individuo, la competencia entre los vástagos y entre individuos y las diferencias en las características de suelo, presencia de napas subterráneas, vegetación acompañante, entre otras. Considerando que la extracción de hojas se realiza cada cuatro a cinco años, la producción por individuo de biomasa foliar al momento de la cosecha varía entre los 600 y 800 g (Cuadro N° 4).

**Cuadro N° 4**  
**BIOMASA PROMEDIO DE UN INDIVIDUO SEGUN EDAD**

EDAD (años)	BIOMASA PROMEDIO (kg/individuo)		
	HOJA	FUSTE	TOTAL
3	0,36	0,75	1,19
4	0,62	1,44	2,18
5	0,83	2,33	3,27
6	1,07	2,94	4,16
7	1,39	4,72	6,14
8	1,65	6,01	7,55
9	1,90	7,60	9,18
10	2,39	9,80	11,74
11	2,65	13,09	14,37
12	3,06	15,09	16,57
13	3,59	21,18	21,30
14	4,54	24,53	24,77
15	6,09	28,71	32,23
16	7,45	32,30	37,78
20	12,07	73,57	74,41

Por otra parte, en el Cuadro N° 5, se observa la productividad media en biomasa para cada componente. Es así como, un individuo de cuatro años incrementa su biomasa foliar en 125 g/año, mientras que a la edad de diez años este incremento es cercano a los 250 g/año, producto de una mayor producción de biomasa en hoja y los otros componentes por parte de este último. Específicamente, para esta formación la productividad media en biomasa foliar alcanza los 160 g/individuo/año, mientras que la biomasa fustal aumenta 300

g/individuo/año. Se debe tener en consideración que estos valores no permanecen constantes entre temporadas, producto de las condiciones externas e internas que afectan a la especie.

**Cuadro N° 5**  
**PRODUCTIVIDAD MEDIA PARA BOLDO POR COMPONENTES.**

EDAD (años)	PRODUCTIVIDAD MEDIA (Kg/individuo/año)		
	HOJA	FUSTE	TOTAL
3	0,12	0,25	0,39
4	0,16	0,36	0,54
5	0,17	0,47	0,65
6	0,18	0,49	0,69
7	0,19	0,68	0,88
8	0,21	0,75	0,94
9	0,21	0,84	1,02
10	0,24	0,98	1,17
11	0,24	1,19	1,31
12	0,26	1,26	1,38
13	0,28	1,63	1,64
14	0,32	1,75	1,77
15	0,41	1,91	2,15
16	0,47	2,02	2,36
20	0,60	3,28	3,72

En bosques esclerófilos de la precordillera presentes en la IV Región, compuesto por quillay y litre, la productividad alcanza los 1.100 kg/ha/año (Yates, 1985). Mientras que una formación de espino ubicada en la Comuna de San Pedro (Melipilla), la productividad varía entre 963 y 1.687 kg/ha/año (Navarro, 1995). Comparando estos resultados con los obtenidos en el presente estudio, la productividad del bosque esclerófilo considerando solamente a boldo es de 971 kg/ha/año. Este resultado favorable se debe a las características del bosque, que se desarrolla en condiciones de suelo y exposición que permiten que la masa crezca de muy buena forma.

En términos del producto de interés del boldo que son sus hojas, cabe mencionar que su productividad es de 196 kg/ha/año y de 833 kg/ha/año para la biomasa fustal.

## CONCLUSIONES

A nivel de vástagos y de individuo, la mejor variable predictora es el diámetro o área basal según corresponda. Esta variable explica el comportamiento de la biomasa de hojas, fuste y total.

Para densidades entre de 480 y 1.420 árboles/ha, la producción de hojas es de 1,2 y 2,2 t/ha respectivamente. Mientras que para la biomasa fustal es de 6,2 y 8,7 t/ha para las mismas densidades. En promedio un individuo de boldo, aumenta su biomasa foliar anualmente en 160 g, mientras el incremento en biomasa fustal es de 300 g/año.

La productividad de una formación de boldo en biomasa foliar son 196 kg/ha/año, mientras que en biomasa fustal corresponde a 833 kg/ha/año. A su vez, la productividad en biomasa total es de 971 kg/ha/año.

## REFERENCIAS

- Aguirre, S. e Infante, P., 1988.** Funciones de Biomasa para Boldo (*Peumus boldus* Mol.) y Espino (*Acacia caven* Mol.) de la Zona Central de Chile. En Ciencia e Investigación Forestal. INFOR 2(3): 45-50.
- CONAF, 1997.** Productos Forestales No Tradicionales. Documento del Proyecto de Conservación y Manejo sustentable del Bosque Nativo. 58 p.
- Gajardo, R., 1994.** La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria. Santiago. Chile. 165 p.
- INFOR – CONAF, 2003.** Exportaciones Forestales Chilenas. Boletín Estadístico 93. Diciembre 2003. Santiago. Chile. 143 p.
- Kannegiesser, U., 1987.** Evaluación de Biomasa y Boldina en Boldo (*Peumus boldus* Mol.), VII Región. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 97 p.
- Mondaca, N., 1997.** Relación Entre el Hábito de Crecimiento de *Lithraea caustica* (Mol.) H. et A. y la Fitomasa Foliar, en la Reserva Nacional Río Clarillo, Región Metropolitana. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 58 p.
- Montecinos, V., 2001.** Influencia del Hábito de Crecimiento de Boldo (Mol.), Sobre la Producción de Fitomasa Foliar. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 78 p.
- Navarro, R., 1995.** Efecto de Intervenciones Silviculturales Sobre el Crecimiento y la Producción de Fitomasa de *Acacia caven* en Melipilla, Región Metropolitana. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 89p.
- Peralta, M., 1976.** Uso, Clasificación y Conservación de Suelos. Editorial del Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago. 340 p.
- Santibáñez, F. y URIBE, J.M., 1993.** Atlas Agroclimático de Chile, Regiones V y Metropolitana. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Ministerio de Agricultura, Fondo de Investigación Agropecuaria. Corporación Nacional de Fomento. Santiago. Chile. 65 p.
- Sfeir, J., 1990.** Evaluación de la Fitomasa y Metabolitos de Interés Comercial en Boldo (*Peumus boldus* Mol.), Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) y Eucaliptos (*Eucalyptus* spp.) en la VII Región. Memoria para

optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Santiago. Chile. 75 p.

**Toral, M. y Rosende, R., 1986.** Producción y Productividad del Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.). *Renares* 3 (8): 49 – 53.

**Toral, M.; Kannegiesser, U. y Rosende, R., 1988.** Biomasa y Boldina en Boldo (*Peumus boldus* Mol.) VII Región. En: *Ciencia e Investigación Forestal* Vol. 2, N° 4. INFOR. 15-25 p.

**Yates, L., 1985.** Dinámica del Nitrógeno en Arbustos del Matorral Precordillerano de la Zona Semiárida de Chile. *Medio Ambiente* 7(2): 73 – 84.