

PRODUCTIVIDAD DE FRUTOS DE CHAÑAR (*Geoffroea decorticans*) EN POBLACIONES NATURALES Y EN PARCELAS PERMANENTES DE UN ENSAYO DE MANEJO EN EL VALLE DEL RIO COPIAPÓ, REGION DE ATACAMA

Gutiérrez, Braulio¹; Gacitúa, Sandra²;
Pinilla, Juan Carlos¹ y Villalobos, Enrique³

RESUMEN

Se presentan resultados de productividad frutal de chañar en árboles individuales de tres poblaciones del valle del río Copiapó, en la región de Atacama.

También se evalúa el efecto de intervenciones de raleo y poda sobre la producción de frutos de esta especie, a partir de parcelas permanentes de un ensayo de manejo establecido en una de las poblaciones anteriores.

Palabras clave: *Geoffroea decorticans*, manejo, producción de frutos

SUMMARY

Fruit production of individual trees of chañar from three populations growing in the Valley of Copiapó River, in the Atacama region is presented.

The effect of thinning and pruning on chañar's fruit production is also evaluated. This last analysis was made with data from permanent plots of a silvicultural management trial established in one of the previous populations.

Keywords: *Geoffroea decorticans*, silvicultural management, fruits production

¹ Ingeniero Forestal. Instituto Forestal, Sede Biobío. bgutierr@infor.cl; jpinilla@infor.cl

² Ingeniero, Dr. Cs. Forestales. Instituto Forestal, Oficina Diaguitas. sgacitua@infor.cl

³ Ingeniero Forestal. Instituto Forestal, Oficina Diaguitas. evillalobos@infor.cl

INTRODUCCIÓN

La región de Atacama es una zona eminentemente desértica con reducidas extensiones de terreno apropiadas para el desarrollo de la vegetación. En tales condiciones, las formaciones de chañar (*Geoffroea decorticans*) suelen constituir la única vegetación arbórea-arbustiva susceptible de alguna forma de aprovechamiento económico en la parte baja del valle del río Copiapó.

A esta especie se la reconoce como un árbol multipropósito, cuyo principal potencial productivo radica en sus semillas y frutos, los cuales presentan un alto valor nutritivo. Estos se usan tradicionalmente para elaborar productos para consumo humano y como alimento para el ganado, exhibiendo también propiedades para diversas aplicaciones en la medicina popular.

No obstante lo anterior, en la actualidad la falta de información básica sobre productividad frutal del chañar, los factores determinantes de la misma y las alternativas de manejo para mejorarla, no permiten aprovechar adecuadamente el potencial productivo de este recurso. Por ello, es importante investigar e incrementar el conocimiento sobre la especie, así como sobre los factores que inciden en la producción de frutos, de modo de generar la información básica que permita el escalamiento tecnológico del manejo de formaciones naturales de chañar, o como apoyo para desarrollar su cultivo, con fines de producción frutal.

El desafío de generar información para mejorar el aprovechamiento productivo del fruto del chañar en la región de Atacama ha sido asumido por el proyecto 014/2013 "*Antecedentes de manejo silvícola-sanitario para la producción sustentable del fruto del chañar en la Región de Atacama*", ejecutado por el Instituto Forestal (INFOR) con financiamiento del Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN).

En el marco de esta iniciativa se realizó, durante dos temporadas consecutivas, una estimación de la productividad frutal de los árboles de chañar que crecen en un área representativa de su distribución natural en la región de Atacama, específicamente en distintos sectores de la caja del río Copiapó; paralelamente, haciendo uso de las parcelas de un ensayo de manejo silvícola instalado por el mismo proyecto, se evaluó el efecto de podas y raleos sobre la productividad frutal de esta especie. Los resultados de ambas evaluaciones se presentan y discuten en este artículo.

MATERIAL Y MÉTODO

Productividad de Frutos en Tres Sectores de la Caja del Río Copiapó

Durante dos temporadas sucesivas de fructificación (veranos 2014-15 y 2015-16) se evaluó la productividad de frutos en árboles individuales de chañar distribuidos en los sectores de Piedra Colgada, Valle Fértil y San Camilo, todos en la caja del río Copiapó, en la comuna del mismo nombre de la región de Atacama (Cuadro N° 1).

La cuenca del río Copiapó se ubica en la vertiente occidental de la Cordillera de Los Andes, abarcando una superficie del orden de 14.000 km², y está formada principalmente por montes áridos y desérticos. La cuenca comprende la zona de transición entre lo que se denomina el Norte Grande y el Norte Chico, y se le considera la zona de paso hacia el gran Desierto de Atacama. Viniendo desde el norte el Valle de Copiapó es la primera zona agrícolamente desarrollada (Martínez, 1989).

La zona se conforma como una meseta discontinua, con un suave declive desde Los Andes (2.500-3.000 msnm) hasta el Océano Pacífico, fraccionada por quebradas erosionadas de

diferentes orientaciones y profundidades, así como por una gran cantidad de cerros que se elevan entre 700 y 800 m sobre dicha meseta. El río Copiapó es el más importante curso de agua que atraviesa esta meseta; su valle tiene un ancho medio de 1,5 km y una extensión de 200 km.

El sector de Piedra Colgada (25 km al NO de Copiapó) es una de las áreas consideradas en este estudio de productividad de frutos, ella marca la transición en la dirección del curso del río. Desde el inicio del valle a 1.400 msnm, hasta la Quebrada de Paipote tiene dirección SE-NO; desde Paipote a Piedra Colgada el valle toma rumbo NE-SO y desde Piedra Colgada hasta su desembocadura adquiere dirección E-O.

En este último tramo, el valle se hace más ancho, de menor pendiente y se delimita por colinas de laderas suaves, en esta área se ubica el sector de Valle Fértil, otro de las áreas consideradas en este estudio de productividad de frutos.

San Camilo, la tercera zona considerada, se ubica hacia el este de Piedra Colgada a 45 km al NO de Copiapó.

En cada uno de estos sectores se identificó árboles individuales, sanos, vigorosos y con evidente producción de frutos. En cada temporada se procedió a coleccionar la totalidad de frutos de cada árbol, los cuales fueron secados y pesados y expresados como kg de frutos secos por árbol individual.

A su vez, los árboles fueron caracterizados en función de su ubicación y parámetros dasométricos (altura, número de vástagos, diámetro de vástagos, diámetro de copa).

Cuadro N°1
NÚMERO DE ÁRBOLES EVALUADOS POR SECTOR

Sector	Coordenadas Aproximadas		Árboles Evaluados (N°)
	Este	Norte	
Piedra Colgada	354067	6976315	34
Valle fértil	337751	6971297	36
San Camilo	336490	6971853	6
Total			76

La evaluación consistió en comparar las dos temporadas de fructificación, mediante análisis de correlación, para verificar la variación interanual de la producción de frutos. Se determinó valores promedios de productividad frutal individual por sector y se relacionó esta productividad con parámetros descriptivos de la envergadura de los árboles.

Para este último efecto se relacionó la productividad individual de frutos con los parámetros proyección de copa y el estimador de biomasa fustal D^2H , obtenido a partir de la altura total de cada árbol y el "DAP equivalente". Este último corresponde al diámetro de una circunferencia cuya superficie es igual a la sumatoria de las superficies circulares asociadas al DAP de cada vástago del árbol en evaluación.

La proyección de copa se obtuvo como la superficie en metros cuadrados de una circunferencia cuyo diámetro fue el promedio de los diámetros de copa medidos en dos direcciones para cada árbol evaluado (norte-sur y este-oeste).

Los valores obtenidos en esta evaluación se compararon con los obtenidos en otra evaluación de productividad de frutos efectuada en parcelas permanentes sometidas a distintas intervenciones de manejo.



Figura N° 1
COLECTA DE FRUTOS DESDE ÁRBOLES INDIVIDUALES
PARA ESTIMACION DE PRODUCTIVIDAD FRUTAL

Efectos de Manejo Silvícola en Producción de Frutos

La producción de frutos también se evaluó en las parcelas de un ensayo de manejo establecido en formaciones naturales de chañar existentes en el Predio Santa Luisa II, ubicado en el sector de Piedra Colgada, aproximadamente a 25 km al noroeste de la ciudad de Copiapó y a 50 km de la costa, en el valle del río Copiapó en la región de Atacama.

El ensayo de manejo utilizado considera 9 tratamientos (Cuadro N° 2) correspondientes a combinaciones de intensidad de raleo (respecto del número inicial de árboles) y tipos de poda (apical y de vástagos). La poda apical eliminó el tercio superior de la longitud la copa, y la poda de vástagos eliminó los vástagos basales, dejando un fuste central. Como testigo se demarcó parcelas sin intervención. Cada tratamiento se aplicó a tres parcelas rectangulares de 500 m².

Cuadro N° 2
DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS EVALUADOS EN ENSAYO DE MANEJO

Tratamiento	Raleo	Poda
T1	0% (sin raleo)	Sin poda
T2		Poda apical
T3		Poda de vástagos
T4	30%	Sin poda
T5		Poda apical
T6		Poda de vástagos
T7	50%	Sin poda
T8		Poda apical
T9		Poda de vástagos

Los raleos y las podas se realizaron durante el periodo vegetativo del chañar (invierno 2014), caracterizándose dasométricamente a todos los árboles de cada parcela antes y después de efectuar las intervenciones.

También se evaluó la producción de frutos post intervención (verano 2014-15), como línea base de la primera temporada, y se repitió esta evaluación en la temporada siguiente (verano 2015-16) para cuantificar el efecto de las intervenciones de manejo sobre la productividad de frutos.

La producción de frutos se estimó mediante la colecta completa de los frutos de tres árboles por parcela. El valor promedio de kilogramos de frutos por árbol se expandió a la parcela ponderándolo por el número de árboles de la parcela; se expandió también a la hectárea ponderándolo por el número de árboles por hectárea de cada parcela.

Con estos valores en peso de frutos por hectárea se efectuaron los análisis estadísticos para comparar los diferentes tratamientos considerados en el ensayo. Los datos de productividad de frutos por tratamiento se analizaron mediante análisis de varianza y pruebas de comparaciones múltiples de medias para la primera y segunda temporada y también para los incrementos productivos entre temporadas en cada tratamiento.

Aprovechando la estructura factorial de los tratamientos se realizó análisis de varianza con contrastes para evaluar los efectos principales de los factores poda y raleo por separado, así como para sus interacciones. Los tratamientos se separaron en grupos estadísticamente diferentes mediante la prueba de Scott y Knott.

RESULTADOS

Productividad de Frutos de Chañar en Tres Sectores de la Caja del Río Copiapó

En el Cuadro N° 3 se resume la información de productividad frutal promedio por individuo, desglosada por sector y temporada de fructificación; y complementada con estadígrafos de dispersión o variabilidad de las medias.

Se observa que la productividad de frutos varía considerablemente entre árboles (0,1 a 6,1 kg/árbol), algo menos entre sectores (1,91 a 4,44 kg/árbol) y que es considerablemente constante entre temporadas sucesivas de fructificación (2,25 y 2,28 kg/árbol).

En efecto, existe una marcada estabilidad en la productividad de frutos en árboles individuales entre temporadas sucesivas de fructificación, lo que se ilustra en las Figuras N° 2 y N° 3, y se hace manifiesto en los altos niveles de correlación observados entre temporadas, tanto a nivel total ($R^2 = 0,76$), como para cada uno de los sectores por separado (R^2 entre 0,75 y 0,86).

Si bien los antecedentes abarcan solo dos temporadas, puede afirmarse preliminarmente que el chañar, a diferencia de otros árboles forestales, como los del género *Nothofagus* por ejemplo, no exhibe el fenómeno de añerismo en la producción de semillas.

Esta situación representa una ventaja para fines productivos, pues por una parte permite una producción estable de frutos en el tiempo y, por otra, evita la complejidad adicional que se enfrenta en otras especies para los cuales deben esperarse años específico de buena fructificación para poder obtener semilla adecuada para fines de propagación.

En cuanto a la producción media de frutos entre sectores, aquellos que presentan árboles juveniles y en rodales de alta densidad, como los de San Camilo y Piedra Colgada, exhiben la menor producción de frutos (1,91 y 2,25 kg/árbol, respectivamente), mientras que en Valle Fértil con árboles más adultos y aislados, la producción frutal es mayor (4,44 kg/árbol).

Esta situación entrega una primera orientación para el manejo de chañar con fines de producción de frutos, sugiriendo que los rodales deben ralearse para disminuir su densidad.

Como se verá posteriormente, esta observación se confirma con los resultados obtenidos en la evaluación de la productividad frutal en parcelas de manejo que se presenta en la sección siguiente.

Cuadro N° 3
PROMEDIOS Y VARIABLES DE DISPERSIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD FRUTAL POR ÁRBOL INDIVIDUAL
EN TRES SECTORES DE LA REGIÓN DE ATACAMA
(TEMP1: 2014-2015, TEMP2: 2015-16)

Productividad Frutal	Sector	n	Promedio	Valor Máximo	Valor Mínimo	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación (%)
TEMP 1 (Kg/árbol)	Piedra Colgada	34	2,15	4,80	0,11	1,14	52,96
	San Camilo	36	1,85	3,90	0,59	0,87	46,86
	Valle Fértil	6	5,21	6,10	3,20	1,04	19,94
	Total	76	2,25	6,10	0,11	1,33	59,26
TEMP 2 (Kg/árbol)	Piedra Colgada	34	2,36	4,80	0,11	1,21	51,21
	San Camilo	36	1,96	4,80	0,36	0,95	48,46
	Valle Fértil	6	3,67	4,80	2,10	0,92	24,97
	Total	76	2,28	4,80	0,11	1,15	50,59

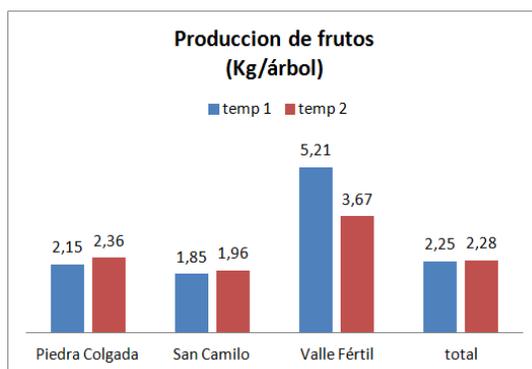


Figura N° 2
PRODUCTIVIDAD FRUTAL POR ÁRBOL VALORES PROMEDIOS POR SECTOR Y TOTAL

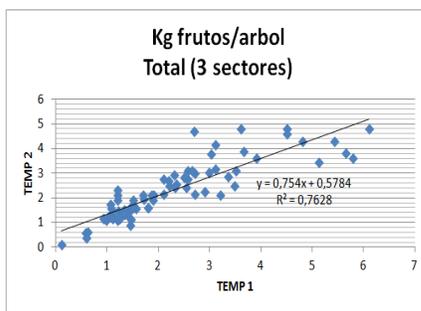
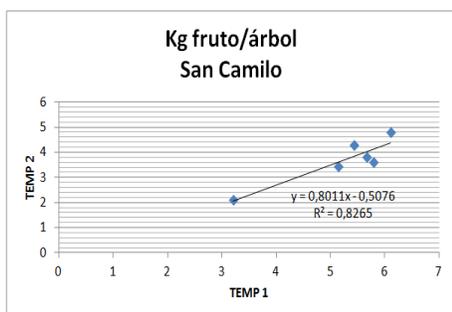
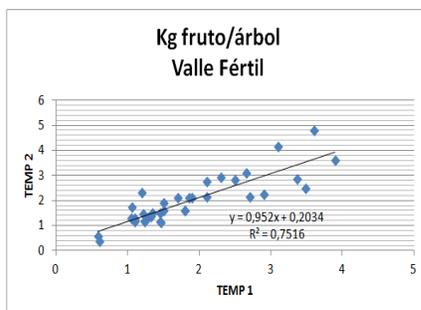
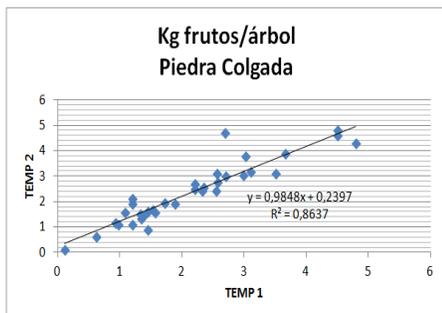


Figura N° 3
PRODUCTIVIDAD INDIVIDUAL DE FRUTOS EN DOS TEMPORADAS SUCESIVAS
(TEMP1: 2014-2015, TEMP2: 2015-16)

Respecto a la relación entre tamaño o envergadura de los árboles y su productividad frutal, los resultados se resumen en la Figura N° 4.

Se hacen evidentes los bajos niveles de correlación encontrados entre la producción de frutos y el D²H; la misma situación se verificó para la proyección de copa.

La ausencia de tendencias evidentes que relacionen a esas variables advierte de la dificultad para desarrollar modelos predictivos de la producción frutal del chañar en base a parámetros dasométricos.

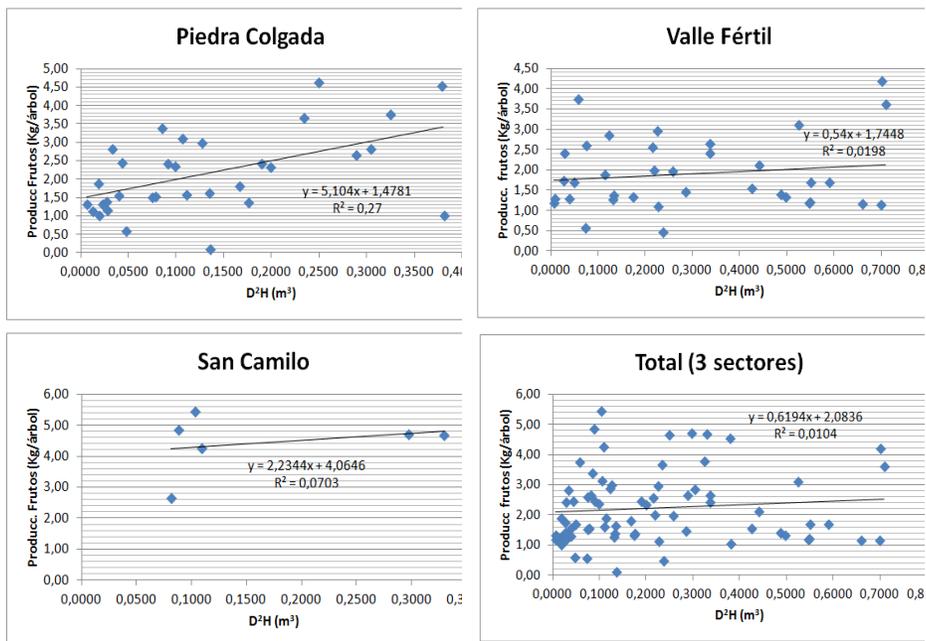


Figura N° 4
RELACIÓN ENTRE PRODUCTIVIDAD INDIVIDUAL DE FRUTOS Y UN INDICADOR DE BIOMASA DEL FUSTE (D^2H) EN TRES SECTORES DE LA REGIÓN DE ATACAMA

Efectos de Manejo Silvícola en Producción de Frutos de Chañar

Si bien en la sección anterior se determinó que la producción de frutos de chañar es relativamente estable entre temporadas sucesivas de fructificación, los análisis efectuados en el ensayo de manejo silvícola demuestran que las intervenciones de poda y raleo tienen un efecto significativo para modificar la producción de frutos de chañar entre temporadas.

En el Cuadro N° 4y en la Figura N° 5 se indican la producción de frutos por temporada y los incrementos según tratamientos.

Este resultado confirma la utilidad de las intervenciones silvícolas para mejorar la productividad de frutos de chañar y orienta respecto a las intervenciones más efectivas para lograr este propósito.

Cuadro N° 4
VALORES MEDIOS Y DIFERENCIAS ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVAS ENTRE TRATAMIENTOS
PARA LOS VALORES DE PRODUCCIÓN DE FRUTOS

Temporada 1			Temporada 2			Incremento		
Trat	(kg/ha)		Trat	(kg/ha)		Trat	(kg/ha)	(%)
T9	1.577,94	a	T9	1.826,07	a	T8	388,33	50,1
T8	775,67	b	T8	1.164,00	b	T9	248,13	15,7
T6	590,91	b	T7	629,57	c	T7	134,30	27,1
T7	495,27	b	T6	570,19	c	T5	123,29	36,9
T5	334,39	c	T5	457,68	c	T2	32,01	30,0
T3	194,33	c	T3	189,01	d	T4	19,20	11,9
T4	160,78	c	T4	179,98	d	T1	0,00	0,0
T2	106,59	c	T2	138,60	d	T3	-5,32	-2,7
T1	0,00	c	T1	0,00	d	T6	-20,72	-3,5
Error: 27095,7958 gl: 16			Error: 39748,5060 gl: 16			Error: 13241,1362 gl: 16		
Test: Scott & Knott Alfa=0,05								
Medias con la misma letra en una columna no son significativamente diferentes (p > 0,05)								

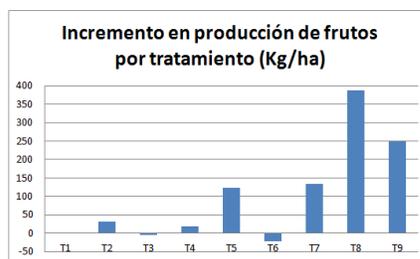
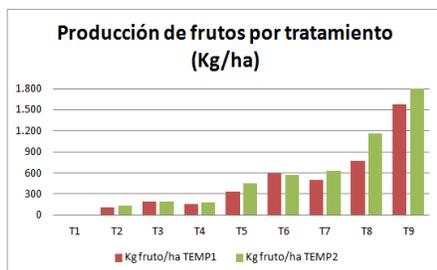


Figura N° 5
PRODUCCIÓN DE FRUTOS DE CHAÑAR EN DOS TEMPORADAS SUCESIVAS DE FRUCTIFICACIÓN (IZQ)
E INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN ENTRE TEMPORADAS, PARA DISTINTOS TRATAMIENTO DE
MANEJO SILVÍCOLA

Todos los tratamiento ensayados, excepto T3 y T6, consiguen aumentar la producción de frutos después de una temporada de su implementación. La magnitud de este incremento es estadísticamente diferente entre tratamientos, haciéndose evidente que los tratamientos que involucran raleos más intensos, son los más efectivos. Esta situación se confirma al analizar el efecto del manejo expresado como incremento en la producción de frutos de una temporada respecto a la anterior. En efecto, los tratamientos T7, T8 y T9 que corresponden al raleo más intenso (50%), son los que en mayor medida incrementan la producción de frutos, siendo T8 el mejor tratamiento empleado, ya que consigue incrementar en más de 300 kg/ha la producción de frutos de chañar después de un año de haber sido implementado.

Por otra parte existen combinaciones de podas y raleos que resultan perjudiciales para la producción de frutos, como ocurre con los tratamientos T3 y T6, que corresponden a

combinaciones de poda de vástagos sin raleo y con raleo de mediana intensidad (30%), en estos únicos casos la producción de frutos disminuyó después de una temporada de implementado el manejo.

Se puede presumir también que en la medida que pase el tiempo y los árboles reaccionen a la intervención, el efecto del manejo será aún más evidente.

La poda también tiene un efecto significativo para incrementar la producción de frutos, pero menos importante que el de los raleos, siendo la poda apical más efectiva que la de vástagos (Figura N° 6). En efecto a partir de la descomposición de la suma de cuadrados del análisis de varianza (Cuadro N°5) se desprende que el 67% de la variación observada en los incrementos de producción de frutos es explicado por los factores evaluados, el porcentaje restante es variación residual o error. Del total de la variación explicada por el modelo, el raleo explica el 71%, la poda el 19% y la interacción entre ambos el 10% restante.

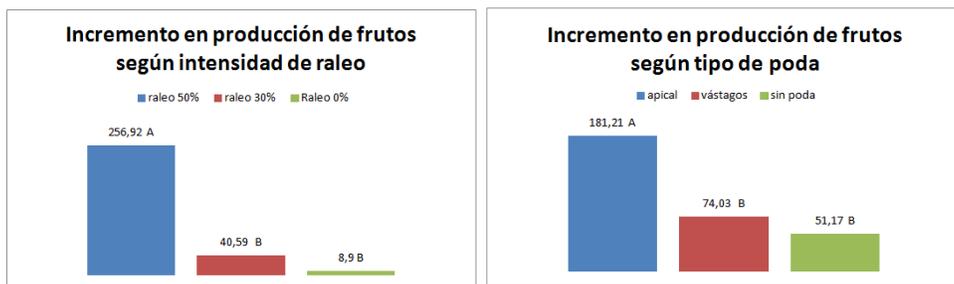


Figura N° 6
EFECTO DE INTENSIDAD DE RALEO Y TIPO DE PODA SOBRE EL INCREMENTO EN LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS (kg/ha)

Cuadro N° 5
ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EFECTOS DE RALEO, PODA E INTERACCIÓN SOBRE EL INCREMENTO EN PRODUCCIÓN DE FRUTOS

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	460717,42	8	57589,68	4,55	0,0036
raleo	327959,18	2	163979,59	12,96	0,0003
poda	86765,53	2	43382,76	3,43	0,0548
raleo*poda	45992,71	4	11498,18	0,91	0,4799
Error	227794,38	18	12655,24		
Total	688511,80	26			

Los resultados obtenidos en esta sección respecto al efecto del raleo sobre productividad de frutos son coincidentes con la tendencia observada en los rodales sin manejo, donde los más densos resultan menos productivos que los formados por árboles más separados. También concuerdan con el criterio general que indica que para mejorar la producción de frutos es aconsejable aplicar diferentes tipos de poda y raleos, extraer los individuos de menor desarrollo y

promover una distribución espacial adecuada para la formación de copas amplias y expuestas al sol; esto, sumado a adecuados esquemas de poda, promueve una mayor eficiencia fotosintética, aumenta el vigor de los brotes secundarios y permite una mayor eficiencia productiva y calidad frutal.

Respecto de las podas, estas son fundamentales en la fruticultura tradicional, por cuanto la eliminación de un exceso de brotes y/o la detención de su crecimiento mediante despunte puede aumentar el cuajado de frutos y disminuir la competencia entre ellos teniendo como resultado mayores valores de productividad e índices de eficiencia productiva (Quijada *et al.*, 2009). El comparativamente menor efecto de la poda para incrementar producción de frutos en chañar, puede indicar que debe depurarse su práctica en esta especie, o que se requiere un periodo de tiempo mayor para que su efecto se haga más evidente

CONCLUSIONES

La producción frutal en árboles individuales de chañar, que crecen en los distintos sectores de la región de Atacama contemplados en este estudio, experimenta una amplia variación entre árboles y entre sectores, pero resulta estable entre temporadas sucesivas de fructificación.

Se concluye que la producción de frutos de chañar es función de la densidad del rodal donde se encuentran los árboles, siendo los individuos aislados los que producen más frutos, mientras que aquellos que crecen en rodales densos son los menos productivos.

Los resultados obtenidos confirman que mediante intervenciones de manejo silvícola es posible mejorar la producción de frutos en rodales naturales de chañar. Al respecto, se concluyó que las podas tienen un efecto significativo para incrementar la productividad de frutos, siendo las podas apicales las de mayor contribución. Aun así, el efecto de la poda resultó ser menos importante que el del raleo, concluyéndose que, entre los manejos implementados, el raleo (50%) fue la intervención que más contribuyó a aumentar la productividad de frutos de chañar. La magnitud de los incrementos en producción de frutos dependió del tipo de intervención efectuada y en el mejor de los casos analizados (T8: raleo al 50% con poda apical) llegó a más de 300 kg/ha.

Consecuentemente, para mejorar la producción de frutos es aconsejable manejar el rodal para disminuir su densidad y mejorar la distribución espacial de los árboles remanentes. Se sugiere que una vez determinada la densidad óptima para producción de frutos de chañar, el próximo paso para incrementar esa productividad sea el desarrollo de adecuados esquemas de poda, similares a los usados en la conformación y manejo de la arquitectura de copa de los cultivos frutales tradicionales.

REFERENCIAS

Martínez, L., 1989. Caracterización y Antecedentes para el Manejo de Chañar (*Geoffroea decorticans* (Gill. Ex Hook *et Arn.*)) en la zona de Copiapó. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 132 pp.

Quijada, O.; Ramírez, R.; Castellano, G.; Camacho, R. y Burgos, M., 2009. Tipos de Poda y Producción de Guayabo (*Psidium guajava L.*) en el Municipio Baralt, Estado Zulia, Venezuela. Revista UDO Agrícola 9 (2): 304-311. 2009

