

Convenio MINAGRI

Área de Investigación Silvicultura y Manejo de ecosistemas forestales nativos y exóticos
Línea de Investigación Gestión de Plantaciones Forestales

**Informe de Avance Técnico Trimestral
4º Trimestre 2019**

ANEXO 2

**REPORTE "PRODUCTIVIDAD DEL MANEJO DEL MONTE
BAJO DE *Eucalyptus globulus*"**

Diciembre de 2019

1. INTRODUCCIÓN

Diversas experiencias concluyen que el manejo del monte bajo de *Eucalyptus globulus* es un negocio rentable, lo que se constata por los volúmenes aprovechables asociados a menores costos de establecimiento y en una menor rotación, y en indicadores como la tasa interna de retorno (TIR) y el valor presente neto (VPN) por sobre, o al menos similares, que aquellos obtenidos de un bosque proveniente de monte alto.

La dinámica de crecimiento de los rodales de monte bajo difiere del crecimiento en relación a los rodales de monte alto proveniente de una plantación establecida, caracterizándose por un rápido crecimiento inicial para luego estabilizarse.

El monte alto superaría al monte bajo en crecimiento a partir de entre los 7 a 9 años, lo que se confirma con las alturas de monte alto, las cuales son superiores que las de monte bajo. Es así que en los primeros años el monte bajo crece más rápido, pero luego sufre una baja del crecimiento, y es superado por el monte alto.

Para lograr esto, se debe poner atención a diversos factores de productividad de las cepas, o tocones, entre los que se encuentran selección de los retoños, época de corta, método de volteo y tipo de corte, altura de corte del tocón, diámetro y edad del tocón, oportunidad y técnica de clareo, número de retoños, por señalar algunos.

A la fecha, un porcentaje importante de las cerca de 170 mil hectáreas de plantaciones forestales con *Eucalyptus globulus*, están en manos de pequeños y medianos propietarios, no obstante, estas presentan deficiencias tecnológicas en todo el ciclo productivo, comenzando con los factores ya mencionados, resultando claramente en menores volúmenes y bajos precios en el mercado, y por consecuencia en mermas económicas que afectan directamente al grupo familiar y, en el escenario regional, en una disminución del capital.

El presente documento es parte del estudio permanente del programa Gestión Eficiente de Plantaciones Forestales, de la Línea de Investigación Gestión de Plantaciones Forestales que se inicia el año 2018 y que presenta los resultados de la evaluación de unidades de manejo de monte bajo de eucalipto establecidas por este mismo programa. Este estudio de mediano plazo tiene por objetivo aportar con antecedentes técnicos sobre el manejo de bosques de *E. globulus* provenientes de monte bajo, con la finalidad de contar con elementos que permitan una mejor toma de decisiones para la utilización de la regeneración natural de esta especie como herramienta de gestión para la restauración productiva de bosques en las regiones de Ñuble y Biobío.

2. ANTECEDENTES GENERALES DE MANEJO DE RETOÑOS (MONTE BAJO) DE *Eucalyptus globulus*

2.1 Consideraciones productivas

Diversos estudios señalan que, en ciertas situaciones, el manejo del monte bajo de *E. globulus* es un negocio rentable, dado que se obtienen volúmenes aprovechables asociados a menores costos de establecimiento y en menor rotación, y esto se refleja en indicadores como la tasa interna de retorno (TIR) y el valor presente neto (VPN) que muestran mejores resultados, o al menos similares, que aquellos de monte alto. No obstante, a partir de la segunda corta es difícil que los brotes puedan superar en producción de madera a una nueva plantación (Andrade *et al.*, 1997; Ayling y Martins, 1981; Camargo *et al.*, 1997; Gonzalez *et al.*, 1997). Por lo general sólo en lugares de gran calidad de sitio y una buena plantación y mantenimiento, se compensaría aprovechar una cuarta corta.

Estudios realizados por INFOR, entregan información respecto de la relación que existe entre DAP (Diámetro a la altura del pecho) y la altura, y entre el DAP y el volumen de árbol individual de retoños de *Eucalyptus globulus* (Figuras 1 y 2).

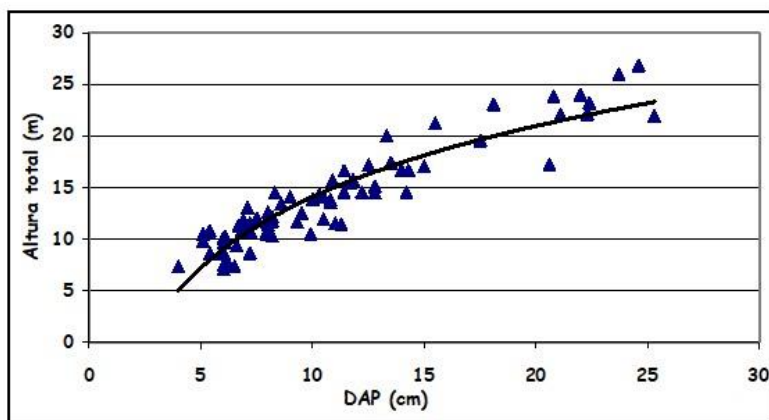


Figura 1. Relación DAP – Altura Total de retoños de *Eucalyptus globulus*.

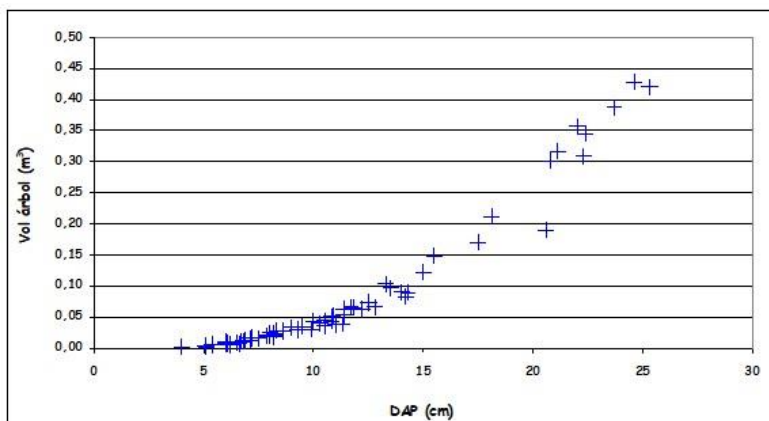


Figura 2. Relación DAP – Volumen de retoños de *Eucalyptus globulus*.

Esta dinámica de crecimiento indica que, durante los primeros años existe una mayor cantidad de retoños de DAP menores y con tasas de crecimiento en altura incrementales, situación que se puede

apreciar hasta el momento en que estos alcanzan alrededor de los 15 cm de diámetro. Posteriormente, la tasa de crecimiento de altura se torna constante, la cantidad de retoños disminuye, pero se consigue un mayor valor de volumen el que está directamente relacionado a su vez con un mayor DAP.



Figura 3. Ejemplos de rodales de monte bajo de *Eucalyptus globulus*.

A pesar de los rápidos crecimientos iniciales de los rodales de monte bajo, estos se estabilizan prontamente, lo que difiere de los rodales de monte alto proveniente de una plantación establecida, los cuales los superan a partir de entre los 7 a 9 años. Es así que, en los primeros años el monte bajo crece más rápido, pero luego sufre una baja del crecimiento, y es superado por el monte alto. Lo anterior se confirma con estudios sobre crecimiento y volumen de diferentes rodales, los que indican que el índice de sitio promedio estimado para *Eucalyptus globulus* de monte bajo bordea los 21 metros (a los 10 años), y que al graficar las curvas de crecimiento en altura dominante y volumen se observa que el crecimiento para monte bajo es mayor en un principio, pero luego es alcanzado por el crecimiento de monte alto, que tiene una proyección mayor en altura, cosa que ocurre a los 7 a 10 años de edad según sea la calidad del sitio (Figuras 4 y 5).

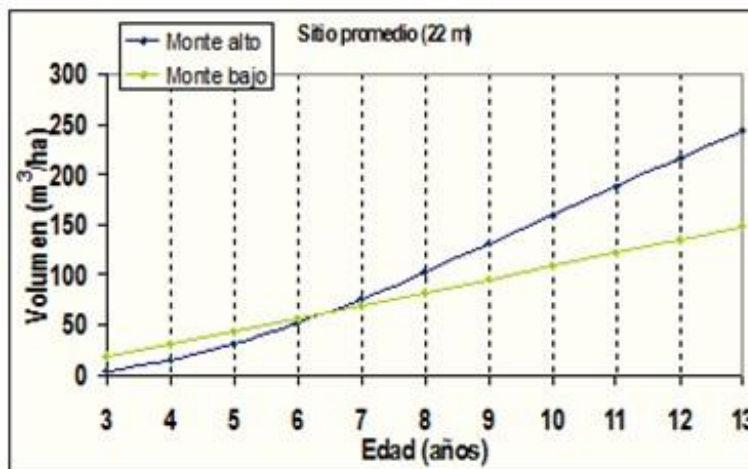


Figura 4. Comparación del crecimiento en volumen del monte alto y monte bajo de *Eucalyptus globulus* para un sitio promedio de índice 22.

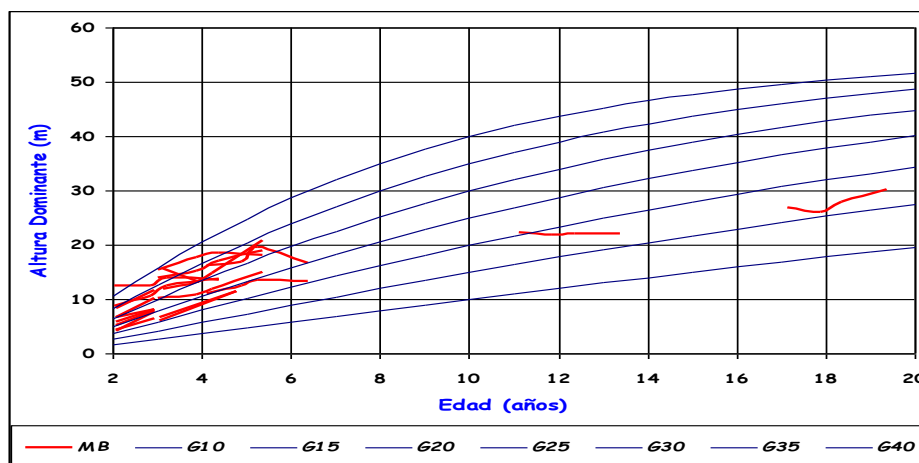


Figura 5. Comparación del crecimiento en altura del monte alto y monte bajo de *Eucalyptus globulus*.

2.2 Consideraciones económicas y tecnológicas

Los aspectos económicos asociados a los costos del manejo del monte bajo, así como a los ingresos esperados, han sido materia de recientes estudios debido a que de estos factores dependerán la definición de los esquemas de manejo a aplicar y bajo qué condiciones o niveles mínimos de productividad resulta conveniente incurrir en los gastos de una nueva plantación o resulta recomendable regenerarla a partir de rebrotes.

Paralelamente, y con el objetivo de asegurar las máximas rentabilidades del negocio propuesto, se ha investigado en aspectos referidos a las características de la madera proveniente de la retoñación (densidad, aptitud pulpable), y el efecto de la fertilización sobre el crecimiento y rendimiento del monte bajo de eucalipto, factores determinantes en el uso de los futuros productos a obtener y sus posibilidades de transacción en los mercados.

De acuerdo con la información generada por INFOR (Programa de Inventario Forestal Continuo), la Región del Biobío es la región forestal del país, con una superficie de más de 622 mil hectáreas de plantaciones con especies de rápido crecimiento, de las cuales cerca del 26% está en manos de pequeños y medianos propietarios forestales. Por otro lado, desde el año 2010 el consumo de trozas a nivel nacional y regional, ha ido en aumento, incrementándose en alrededor de un 38,5%. Estos requerimientos los puede enfrentar sin mayores obstáculos la gran empresa forestal, que cuenta con material de propagación de calidad y esquemas de manejo según especie, sitio y productos, como resultado de la inversión que han realizado en investigación durante décadas, en los temas de producción de plantas, especies forestales e intervenciones silvícolas.

Sin embargo, ello no ocurre con los pequeños y medianos propietarios quienes, a pesar de aportar con una superficie importante de plantaciones, no obtienen los productos de la calidad que se demandan, resultando en menores volúmenes y bajos precios en el mercado, traduciéndose en mermas económicas que afectan directamente al grupo familiar, y en el escenario regional en una disminución del capital.

Estudios sobre diagnóstico de brechas tecnológicas (INFOR, 2015), detectan que el conocimiento y acceso a tecnologías son los factores que inciden fuertemente en la calidad de las plantaciones de los pequeños y medianos propietarios. A la fecha, un porcentaje importante de las cerca de 170 mil hectáreas de plantaciones forestales con *Eucalyptus globulus*, están en manos de pequeños y medianos propietarios, los cuales presentan deficiencias tecnológicas en todo el ciclo productivo, técnicas de establecimiento, calidad de planta que se utiliza, especies forestales por sitio, intervenciones de manejo y gestión comercial.

Para el caso del manejo de monte bajo, los factores de la productividad de las cepas o tocones son variados y están referidos principalmente a:

- ✓ Origen de los rebrotes
- ✓ Selección y manejo de los retoños
- ✓ Época de corta (cosecha)
- ✓ Método de volteo y tipo de corte
- ✓ Altura de corte del tocón
- ✓ Diámetro y edad del tocón
- ✓ Oportunidad del clareo
- ✓ Método de ejecución de clareos
- ✓ Número de retoños por tocón
- ✓ Cantidad de los ciclos de corta
- ✓ Mortalidad de tocones

Un mal establecimiento de una plantación forestal, o su manejo inadecuado, incluyendo el establecimiento de un bosque utilizando los retoños, puede provocar una baja productividad de los rodales, que va entre el 20 y 50% menos respecto de las plantaciones que establecen las grandes empresas, cifra no menor si se considera que en la Región del Biobío (considerando la actual Región de Ñuble), la producción de madera en trozas alcanzó los 4,3 millones de m³, y el consumo exigió un volumen de 23,7 millones de m³.

3. PRODUCTIVIDAD DEL MANEJO DE LOS RETOÑOS DE *Eucalyptus globulus* EN LA REGIÓN DEL BIOBÍO

3.1 Unidades evaluadas

Durante el año 2019 se recopiló información de unidades experimentales de manejo de retoños de *Eucalyptus globulus* establecidas por INFOR en la Región del Biobío. Además, se realizó el establecimiento de una nueva unidad.

Estas unidades se establecieron a partir del manejo de la retoñación de bosques de *Eucalyptus globulus* luego de su cosecha. El esquema de manejo consideró un número remanente de uno o dos retoños por tocón. En algunas de ellas, además, se establecieron unidades control sin manejo.

Las unidades evaluadas a la fecha se presentan en el siguiente cuadro. La unidad del predio Lo Carmen se estableció el presente año.

Cuadro 1. Parcelas permanentes de manejo de monte bajo de *Eucalyptus globulus* evaluadas.

Predio	Comuna	Edad	Observación
Lo Carmen	Copilemu	2 años	Establecimiento 2019, 2 retoños por tocón
Santa Ángela 1	Lebu	4 años	Con manejo, 1 retoño por tocón
Santa Ángela 2	Lebu	4 años	Con manejo, 2 retoños por tocón
Santa Ángela 3	Lebu	4 años	Sin manejo, 1 retoños por tocón
Rucaraqui 1	Los Álamos	4 años	Con manejo, 1 retoño por tocón
Rucaraqui 2	Los Álamos	4 años	Con manejo, 2 retoños por tocón
Rucaraqui 3	Los Álamos	4 años	Sin manejo
Farellón 1	Cañete	4 años	Con manejo, 1 retoño por tocón
Farellón 2	Cañete	4 años	Con manejo, 2 retoños por tocón

3.2 Mediciones y resultados por unidad experimental

- **Lo Carmen**

Esta unidad corresponde a un rodal cosechado el año 2017 luego de los incendios forestales que afectaron a la comuna de Florida. A los 18 meses aproximadamente se realizó el manejo de la unidad dejando 2 retoños por tocón, con una densidad remanente de 2.600 brotes por hectárea.

Los diámetros oscilaron entre 2 y 5,3 cm, con mayor concentración entre 3 y 4 cm, y la altura entre 3,6 y 6,5 m, con mayor presencia entre 4 y 5,6 m (Cuadro 2 y Figura 6).

Cuadro 2. Parámetros de rodal unidad Lo Carmen.

Parcela	Manejo	Densidad (arb/ha)	Diámetro (cm)	Altura (m)
1	2 retoños por tocón	2.600	3,1	4,9

Respecto de la relación DAP-Altura, alturas por sobre los 5 m se encuentran en los diámetros mayores a los 3 cm, aunque alturas menores también se encontraron en diámetros entre 3 y 4 cm.

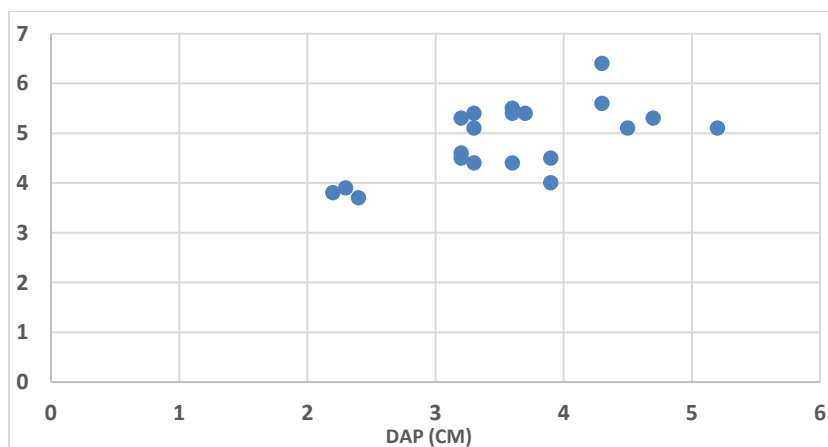


Figura 6. Relación Diámetro (cm) – Altura (m) de los retoños, unidad Lo Carmen.



Figura 7. Situación original (izquierda) y post-manejo (derecha) del rodal de eucalipto de monte bajo, unidad Lo Carmen.

- **Santa Ángela**

En esta unidad se establecieron tres parcelas, correspondiendo dos con manejo, una con un retoño por tocón y la segunda con dos retoños por tocón, y una de control, sin manejo. La retoñación en este caso tiene una edad aproximada de 4 años.

Para la condición de un retoño por tocón, las alturas de los retoños se encuentran entre 12 y 15 m, y para 2 retoños por tocón, entre 14 y 17 m. Respecto de los DAP, para la primera condición los retoños están entre 8 y 14 cm, y para la segunda entre 10 y 14 cm. En la segunda unidad de 1 retoño por tocón, el DAP medio alcanzó los 8,8 cm y una altura de 13 m (Cuadro 3 y Figura 8).

Cuadro 3. Parámetros de rodal unidad Santa Ángela.

Parcela	Manejo	Densidad (arb/ha)	Diámetro (cm)	Altura (m)
1	1 retoño por tocón	1.500	9,8	14,7
2	2 retoños por tocón	3.020	9,2	15,2
3	1 retoños por tocón	1.440	8,8	13,0

En la condición de manejo con 1 retoño remanente (parcela 1), se observa una altura homogénea (entre 12 y 13,5 m) en casi todo el rango de los diámetros, situación que también se observa en la segunda condición, sólo que con una altura mayor (entre 15 y 16 m) (Figura 8).

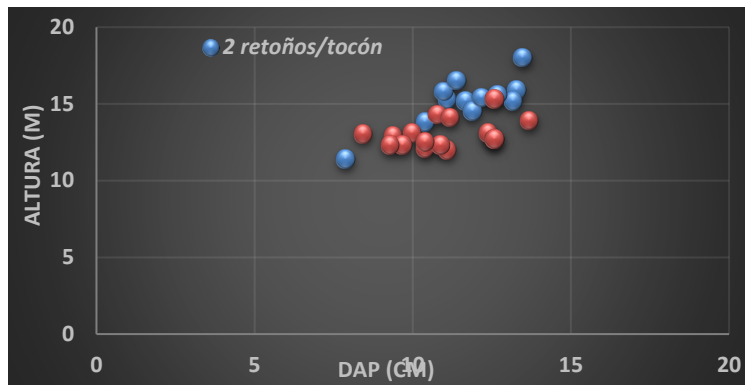


Figura 8. Relación Diámetro (cm) – Altura (m) de los retoños, Parcela 1 y 2 Santa Ángela.

Respecto de la tercera unidad, el rango de DAP oscila entre 9 y 13,6 cm, y la altura entre 11,7 y 15,3 m. En general, existe cierta tendencia en la que a mayor diámetro se tiene mayor altura, no obstante, se observan alturas menores a 12,5 m en un rango de DAP que oscila entre 9,3 hasta 11,1 cm, y alturas por sobre este límite en diámetros de 10 y menos centímetros (Figura 9).

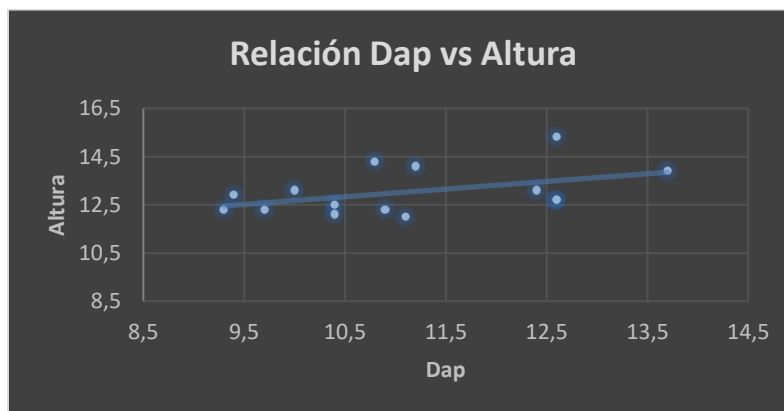


Figura 9. Relación Diámetro (cm) – Altura (m) de los retoños, Parcela 3 Santa Ángela.



Figura 10. Parcela de ensayo en monte bajo de *Eucalyptus globulus*, unidad Santa Ángela.

- **Rucaraqui**

Al igual que en la unidad Santa Ángela, en esta unidad se establecieron tres parcelas, una con un retoño por tocón, una segunda con dos retoños por tocón, y una tercera de control, sin manejo, y con una edad aproximada de retoñación de 4 años (Cuadro 4).

Cuadro 4. Parámetros de rodal unidad Rucaraqui.

Parcela	Manejo	Densidad (arb/ha)	Diámetro (cm)	Altura (m)
1	1 retoño por tocón	1.200	13,9	18,5
2	2 retoños por tocón	2.480	10,4	13,2
3	Sin manejo	2.580	11,8	17,0

En esta unidad, se observan ciertas particularidades relacionadas con el número de clases diámetricas en las dos condiciones de densidades similares, es decir, con manejo y dos retoños por tocón y sin manejo. En la condición de manejo con 2 retoños remanentes, existen rebrotes desde 3 a 17 cm de diámetro, en la condición sin manejo, estos se distribuyen entre 9,5 a 19 cm. Respecto de las alturas, ocurre una situación similar, en el esquema de 2 retoños por tocón éstas se presentan un rango más amplio, que va desde poco más de 4 hasta los 17,5 m, y en el caso control, alrededor de los 13 hasta los 20 cm (Figura 11).

En la situación de 1 retoño por tocón, los diámetros oscilan entre 14 y 21 cm, en su mayoría entre los 16 y 17,5 cm, y a altura entre alrededor de los 16 hasta los 21 m.

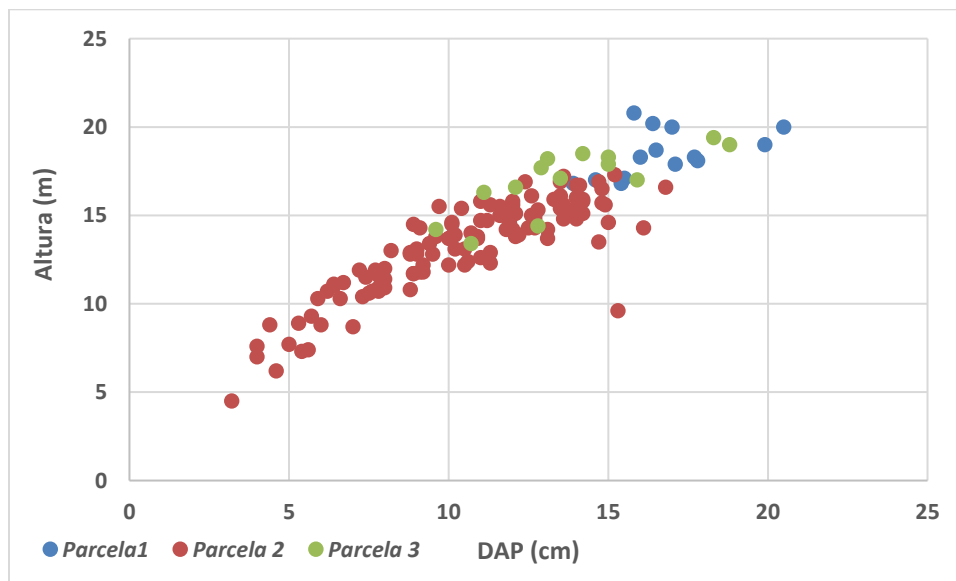


Figura 11. Relación Diámetro (cm) – Altura (m) de los retoños, unidades Rucaraqui.



Figura 12. Evaluación unidades de monte bajo de *Eucalyptus globulus*, unidad Rucaraqui.

- **Farellón**

En esta unidad se establecieron dos parcelas de manejo, con uno y dos retoños remanentes, y la misma edad que las otras unidades, es decir, de aproximadamente 4 años de crecimiento.

En las dos densidades se observan diámetros y alturas similares. Los diámetros oscilan mayoritariamente entre 7 y 16 cm, y las alturas entre 11 y 18 cm, con una relación directa entre DAP y altura, es decir a mayor diámetro mayor altura (Cuadro 5 y Figura 13).

Cuadro 5. Parámetros de rodal unidad Farellón.

Parcela	Manejo	Densidad (arb/ha)	Diámetro (cm)	Altura (m)
1	1 retoño por tocón	1.460	11,1	14,2
2	2 retoños por tocón	2.240	8,6	13,8

De igual forma se observa que existen diferencias entre los diámetros de los árboles según sea la densidad del rodal, en donde a mayor número de retoños por tocón se registra un menor DAP.

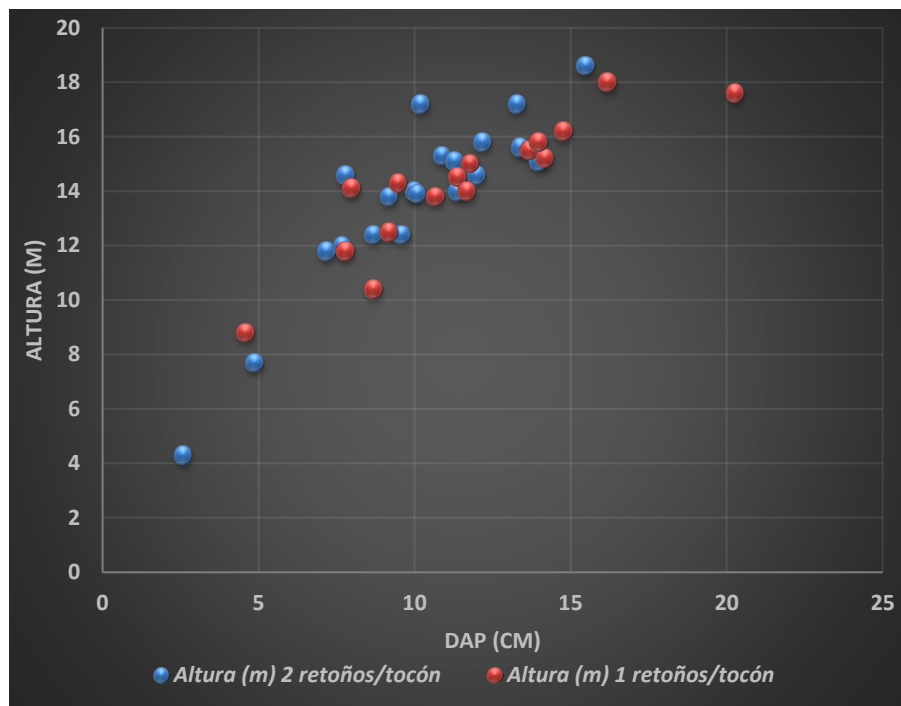


Figura 13. Relación diámetro-altura de los retoños, unidad Farellón.

3.3 Análisis de los resultados

De acuerdo con las mediciones realizadas, y comparando sólo las densidades de las condiciones de monte bajo de igual edad, las medias de los diámetros son levemente mayores en las menores densidades. Por el contrario, las medias de altura en las unidades de Rucaraqui y Farellón, son menores en la mayor densidad, pero en la unidad Santa Ángela es mayor en la mayor densidad (Cuadro 5).

Cuadro 5. Comparación de resultados de la evaluación de manejo de monte bajo de *Eucalyptus globulus*.

Unidad	Parcela	Manejo	Densidad (arb/ha)	Diámetro (cm)	Altura (m)
Lo Carmen	1	2 retoños por tocón	2.600	3,1	4,9
Santa Ángela	1	1 retoño por tocón	1.500	9,8	14,7
	2	2 retoños por tocón	3.020	9,2	15,2
	3	1 retoños por tocón	1.440	8,81	13,04
Rucaraqui	1	1 retoño por tocón	1.200	13,9	18,5
	2	2 retoños por tocón	2.480	10,4	13,2
	3	Sin manejo	2.580	11,8	17
Farellón	1	1 retoño por tocón	1.460	11,1	14,2
	2	2 retoños por tocón	2.240	8,6	13,8

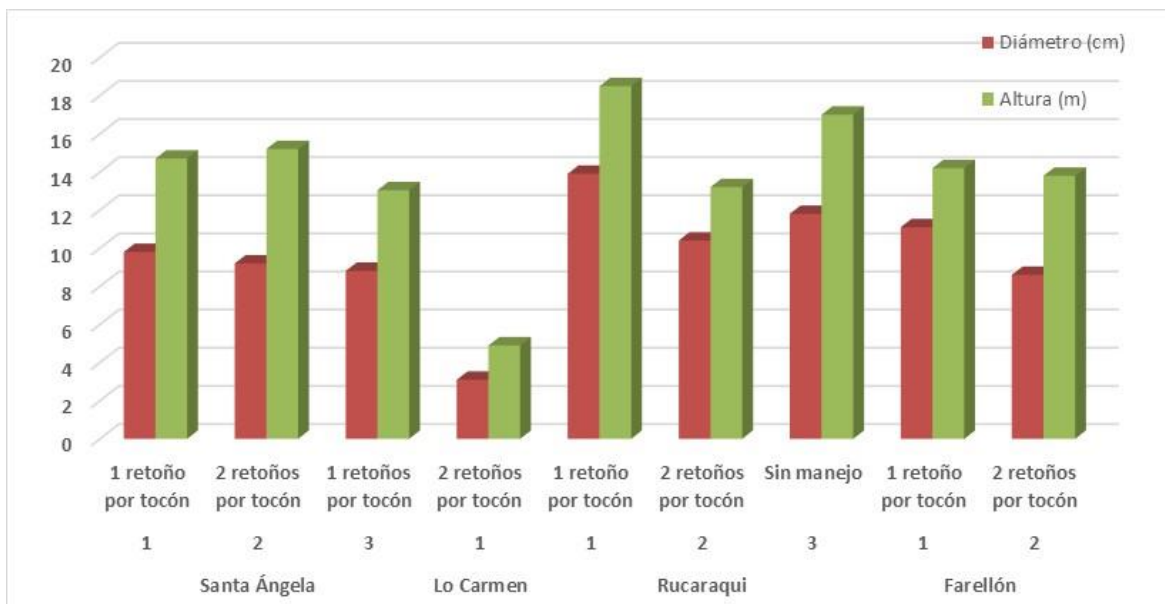


Figura 14. Resultados generales según unidad experimental.



Figura 15. Parcela de ensayo en monte bajo de *Eucalyptus globulus*.

El año 2019 se observan valores cercanos a los 18,5 metros de altura y diámetros máximos de 14 cm a los 4 años. Estos valores son similares e incluso superiores a los reportados para *Eucalyptus globulus* originados por semillas creciendo en las mismas condiciones.

En cuanto a las densidades, se observan valores entre los 1.500 a 3.000 árboles por hectárea, estos últimos en situaciones sin manejo o de dos retoños por tocón. Este valor a su vez, tiene incidencia en el valor del diámetro de los árboles, lo que es posible apreciar en el siguiente gráfico.

Se observa en general que, a un mayor número de árboles en el rodal, disminuye el crecimiento del diámetro, situación que es posible visualizar en la Figura 16.

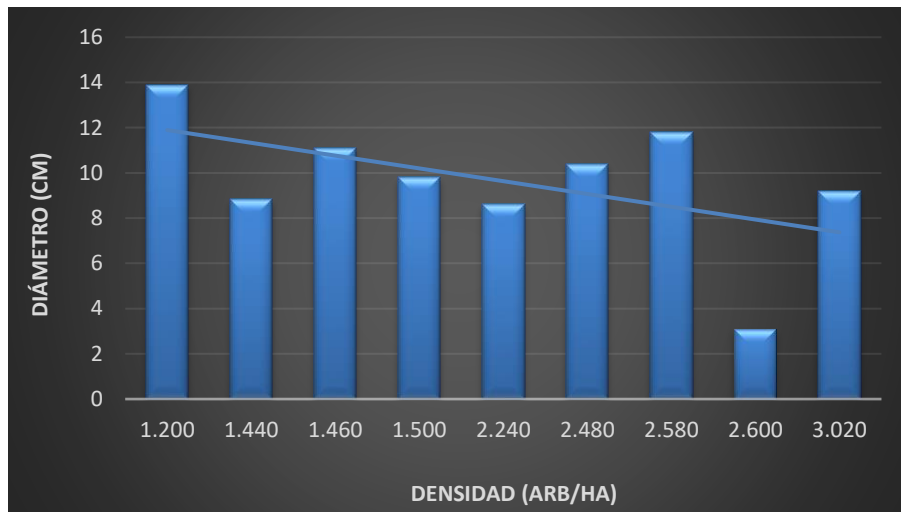


Figura 16. Diámetro de los árboles según densidad del rodal.

3.4 Estimación de crecimiento en volumen

A partir de las mediciones realizadas, es posible estimar el crecimiento y rendimiento de los rodales de *E. globulus* manejados como monte bajo, así como los volúmenes por hectárea factibles de obtener a una edad determinada y con ello, realizar planificaciones de cosecha y comercialización.

A partir de las diversas investigaciones efectuadas por INFOR, para distintos escenarios productivos (sitio, densidad, esquemas de manejo) con las plantaciones de *E. globulus* de corta rotación, se ha logrado generar un “Simulador experimental de crecimiento y rendimiento para *Eucalyptus globulus* de monte bajo”, en una versión de prueba, basado en MS Visual Basic 6.0 para Excel.

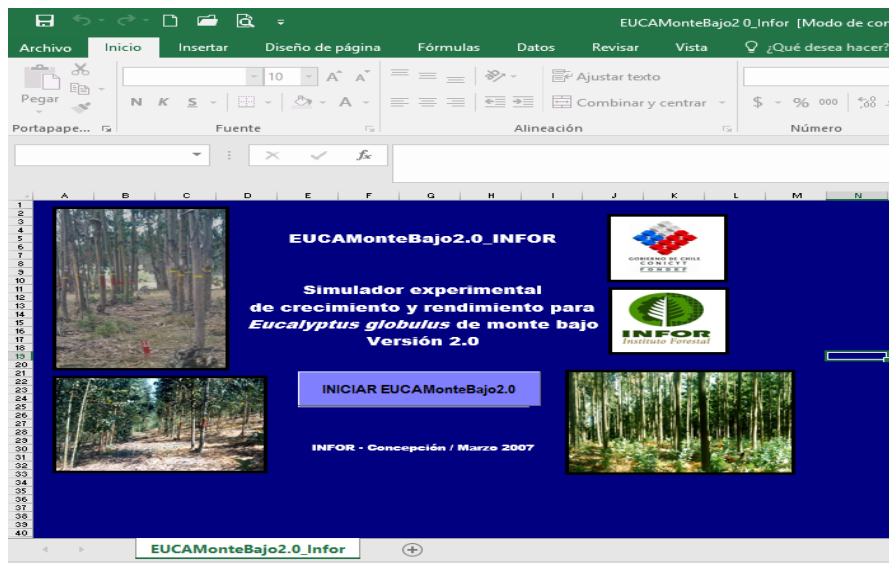


Figura 17. EUCAMonteBajo 2.0 Simulador experimental de crecimiento y rendimiento para *Eucalyptus globulus* de monte bajo.

Los antecedentes obtenidos de las mediciones realizadas en las unidades se ingresaron en el simulador de crecimiento y rendimiento, obteniendo datos de altura dominante y área basal, volumen y densidad por hectárea, a diferentes edades de crecimiento (Figura 18).

En apéndice 1 se presentan los datos que entrega el simulador para cada unidad, por edad.

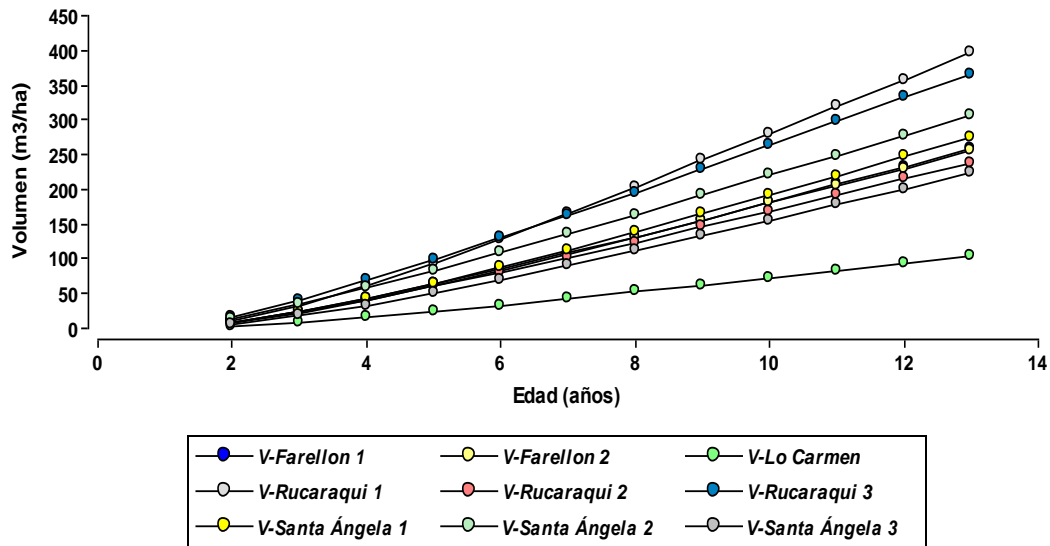


Figura 18. Crecimiento en Volumen estimado en rodales de monte bajo de *Eucalyptus globulus* según unidad y edad del rodal.

En función de los datos emanados de la modelación, a la edad de corta de 13 años, el mayor volumen se obtendrá en la densidad 1 retoño por tocón en la unidad de Rucaraqui, de 395,5 m³/ha, con una densidad de 1.140 arb/ha, y un área basal de 39,6 m²/ha. El menor valor se obtiene en esta misma unidad, con la condición de 2 retoños remanentes, con un volumen de 237,7 m³/ha, un área basal de 31,2 m²/ha, con una densidad de 2.537 arb/ha (Cuadro 6).

Cuadro 6. Volumen estimado en rodales de monte bajo de *Eucalyptus globulus* según unidad, a edad de corta de 13 años.

Parcela	Altura dominante (m)	Área Basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)	Densidad (arb/ha)
Santa Ángela 1	28,1	32,3	274,7	1.425
Santa Ángela 2	28,8	36,7	306,2	2.870
Santa Ángela 3	25,7	28,6	222,9	1.368
Lo Carmen.	17,2	20,9	103,5	2.459
Rucaraqui 1	32,6	39,6	395,5	1.140
Rucaraqui 2	26,0	31,2	237,7	2.357
Rucaraqui 3	30,9	40,2	365,5	2.452
Farellon 1	27,4	31,2	258,7	1.387
Farellon 2	26,9	32,1	254,5	2.129

De la simulación se infiere, además, los incrementos en volumen son mayores y ocurren hasta alrededor de los 7 años, posteriormente se mantiene constante. Sin embargo, se presentan incrementos con valores entre los 8 a 28 m³/ha/año, lo que depende de la calidad del sitio donde está establecido el rodal y de su condición.

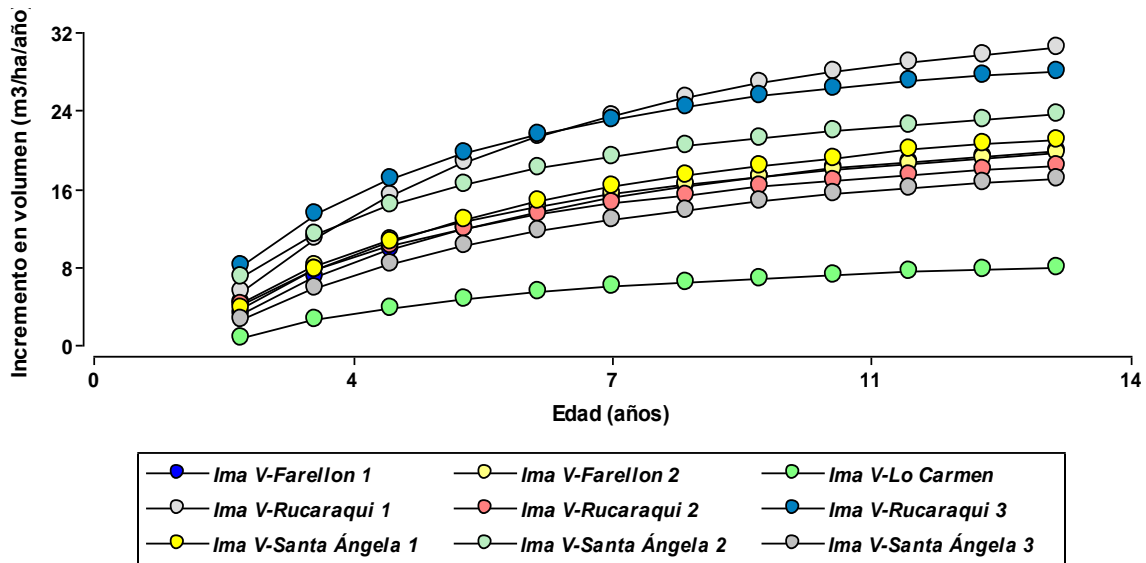


Figura 19. Incremento en Volumen estimado en rodales de monte bajo de *Eucalyptus globulus* según unidad y edad del rodal.

4. CONCLUSIONES

Al momento de la cosecha se requiere decidir que método de regeneración se utilizará para reestablecer el bosque original. Lo mismo sucede luego de la pérdida del bosque debido a un incendio forestal. Un elemento de decisión puede ser el establecer el volumen observado en el rodal en esas condiciones, en donde si este valor se estima cercano a los 125 MR/ha (200 m³/ha, aproximadamente), o superior, es posible reestablecer el bosque usando el manejo de los retoños. Si no es así, o si no existe una adecuada retoñación de los tocones, es necesario establecer una nueva plantación de *E. globulus*.

A partir de los antecedentes analizados es posible mencionar que se observan valores cercanos a los 18,5 metros de altura y diámetros máximos de 14 cm a los 4 años. Estos valores son similares e incluso superiores a los reportados para *E. globulus* originados por semillas creciendo en las mismas condiciones. En cuanto a las densidades, se observan valores entre los 1.500 a 3.000 árboles por hectárea, estos últimos en situaciones sin manejo o de dos retoños por tocón. Se observa en general que, a un mayor número de árboles en el rodal, disminuye el crecimiento del diámetro y que, de acuerdo con estimaciones de crecimiento, a los 13 años es posible obtener volúmenes entre los 237 a 400 m³/ha, con densidades entre 1.140 a 2.500 arb/ha.

Es necesario señalar que este tipo de manejo se basa en que una de las características de *E. globulus* es su alta capacidad de retoñación, lo que se transforma en una ventaja, generando las opciones de

una nueva plantación o bien manejar los retoños que se generan a partir de los rodales cosechados, conocido como Manejo del Monte Bajo.

El manejo de los retoños permite lograr una mayor ocupación y aprovechamiento de los recursos del suelo, disminuir costos y actividades para asegurar el establecimiento y generar a corto plazo un recurso de alta demanda y rentabilidad.

Un detalle importante es que un alto porcentaje de la superficie de bosque de monte bajo de *E. globulus* se encuentran en poder de medianos y pequeños propietarios, los que están demandando información precisa y conocimiento, especialmente de rentabilidad.

El trabajo de investigación en este tipo de rodales permite además de conocer antecedentes acerca del crecimiento, manejo y usos de estos bosques, permiten contar con información que es útil para el desarrollo de herramientas de apoyo para el manejo eficiente del monte bajo de *E. globulus*, lo que permitiría su uso para la estimación y generación de biomasa con fines pulpables o dendroenergéticos, aprovechando ciclos cortos de corta basado en el rápido crecimiento del monte bajo.

Para una mejora permanente de este trabajo y desarrollo de herramientas, se requiere contar con un mayor número de mediciones, mayor cobertura geográfica y por sobre todo con una mayor densidad de estas para el rango de edades que va de los 2 a 15 años de edad. Esto se hace más evidente y necesario dado las actuales variaciones derivadas de los efectos del cambio climático y que tiene incidencia directa sobre el crecimiento de *E. globulus*, dado que es una especie muy sensible a los períodos de estrés hídrico o disminución del rango de precipitaciones. Estas variaciones y su efecto sobre el crecimiento de los rodales sólo pueden ser capturado a través de ciclos de sucesivas mediciones y el análisis de la información respectiva.

5. BIBLIOGRAFÍA

Andrade, H., Benedetti, V., Madaschi, J. y Bernardo, V. 1997. Aumento da produtividade da segunda rotação de eucalipto em função do método de desbrota. Serie Técnica IPEF 30(11):105-116.

Ayling, RD.; Martins, PJ. 1981. The growing of eucalypts on short rotation in Brazil. Forestry Chronicle 57(1):9-16.

Camargo, F., Silva, C. y Stape, J. 1997. Resultados experimentais da fase de emissão de brotação em *Eucalyptus* manejado por talhadia. Serie Técnica IPEF 30(11):115-122.

Gonzalez Río, F.; Castellanos, A.; Fernández, O.; Astorga, R. y Gómez, C. 1997. El cultivo del eucalipto. Manual práctico del selvicultor. Celulosas de Asturias S.A. Principado de Asturias. 95p.

INFOR, 2015. Estudio “Diagnóstico tecnológico de la cadena productiva de forestación en las pymes forestales de la Región del Biobío. Proyecto “Agente de difusión y extensión tecnológica para pymes y propietarios forestales de la Región del Biobío”.

INFOR. 2018. Anuario Forestal 2019. Boletín Estadístico N° 168. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 232p.

INFOR. 2018. Informe Inventario Forestal de Plantaciones. MINAGRI-INFOR.

Raga, Fernando; Valdebenito, Gerardo y Barros, Santiago. 2018. Reforestación de plantaciones forestales quemadas análisis de la viabilidad de aplicación de incentivos estatales y de la rentabilidad para el estado y particulares. Revista Ciencia e Investigación Forestal, INFOR, Chile. Volumen 24(2):87-100.

APÉNDICE 1

ESTIMACIÓN DE VOLUMEN POR UNIDAD DE MANEJO POR EDAD DE CRECIMIENTO

UNIDAD LO CARMEN

Parcela	Edad (años)	Altura dominante (m)	Área Basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)	Densidad (arb/ha)
Lo Carmen	2	4,9	2,5	1,6	2.600
Lo Carmen	3	6,5	5,2	7,7	2.596
Lo Carmen	4	8,0	7,5	15,3	2.587
Lo Carmen	5	9,3	9,6	23,9	2.576
Lo Carmen	6	10,5	11,5	32,9	2.563
Lo Carmen	7	11,6	13,1	42,4	2.550
Lo Carmen	8	12,7	14,6	52,1	2.535
Lo Carmen	9	13,7	16,0	62,1	2.521
Lo Carmen	10	14,7	17,3	72,2	2.505
Lo Carmen	11	15,6	18,6	82,5	2.490
Lo Carmen	12	16,4	19,8	93,0	2.474
Lo Carmen	13	17,2	20,9	103,5	2.459

UNIDAD SANTA ÁNGELA

Parcela	Edad (años)	Altura dominante (m)	Área Basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)	Densidad (arb/ha)
Santa Ángela 1	2	9,3	3,4	7,5	1.508
Santa Ángela 1	3	12,2	6,8	23,0	1.505
Santa Ángela 1	4	14,7	10,1	42,5	1.500
Santa Ángela 1	5	16,9	13,1	64,6	1.494
Santa Ángela 1	6	18,8	15,9	88,2	1.486
Santa Ángela 1	7	20,6	18,5	113,1	1.478
Santa Ángela 1	8	22,1	21,0	138,9	1.470
Santa Ángela 1	9	23,5	23,4	165,4	1.461
Santa Ángela 1	10	24,8	25,8	192,3	1.453
Santa Ángela 1	11	26,0	28,0	219,6	1.444
Santa Ángela 1	12	27,1	30,2	247,1	1.435
Santa Ángela 1	13	28,1	32,3	274,7	1.425
Santa Ángela 2	2	9,7	6,5	14,1	3.035
Santa Ángela 2	3	12,6	10,6	34,3	3.030
Santa Ángela 2	4	15,2	14,1	57,4	3.020
Santa Ángela 2	5	17,4	17,2	82,3	3.007
Santa Ángela 2	6	19,4	20,0	108,4	2.992
Santa Ángela 2	7	21,2	22,7	135,4	2.976
Santa Ángela 2	8	22,8	25,2	163,1	2.960
Santa Ángela 2	9	24,2	27,7	191,3	2.942
Santa Ángela 2	10	25,5	30,0	219,8	2.925
Santa Ángela 2	11	26,7	32,3	248,5	2.907
Santa Ángela 2	12	27,8	34,5	277,3	2.888
Santa Ángela 2	13	28,8	36,7	306,2	2.870
Santa Ángela 3	2	8,2	2,8	5,2	1.447
Santa Ángela 3	3	10,8	5,9	17,4	1.445
Santa Ángela 3	4	13,0	8,9	33,1	1.440
Santa Ángela 3	5	15,0	11,6	50,9	1.434
Santa Ángela 3	6	16,8	14,1	70,0	1.427
Santa Ángela 3	7	18,4	16,5	90,2	1.419
Santa Ángela 3	8	19,9	18,7	111,2	1.411
Santa Ángela 3	9	21,2	20,8	132,8	1.403
Santa Ángela 3	10	22,5	22,9	154,8	1.395
Santa Ángela 3	11	23,6	24,9	177,3	1.386
Santa Ángela 3	12	24,7	26,8	200,0	1.377
Santa Ángela 3	13	25,7	28,6	222,9	1.368

UNIDAD RUCARAQUI

Parcela	Edad (años)	Altura dominante (m)	Área Basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)	Densidad (arb/ha)
Rucaraqui 1	2	12,0	3,6	10,9	1.206
Rucaraqui 1	3	15,5	7,4	32,9	1.204
Rucaraqui 1	4	18,5	11,2	61,2	1.200
Rucaraqui 1	5	21,0	14,9	93,4	1.195
Rucaraqui 1	6	23,2	18,3	128,2	1.189
Rucaraqui 1	7	25,1	21,7	164,8	1.183
Rucaraqui 1	8	26,7	24,9	202,5	1.176
Rucaraqui 1	9	28,2	28,0	241,0	1.169
Rucaraqui 1	10	29,5	31,0	279,8	1.162
Rucaraqui 1	11	30,6	34,0	318,6	1.155
Rucaraqui 1	12	31,7	36,8	357,2	1.148
Rucaraqui 1	13	32,6	39,6	395,5	1.140
Rucaraqui 2	2	8,3	4,6	8,3	2.492
Rucaraqui 2	3	10,9	8,2	23,2	2.488
Rucaraqui 2	4	13,2	11,4	40,8	2.480
Rucaraqui 2	5	15,2	14,2	60,0	2.469
Rucaraqui 2	6	17,0	16,7	80,4	2.457
Rucaraqui 2	7	18,7	19,1	101,5	2.444
Rucaraqui 2	8	20,1	21,3	123,3	2.430
Rucaraqui 2	9	21,5	23,4	145,6	2.416
Rucaraqui 2	10	22,8	25,5	168,2	2.402
Rucaraqui 2	11	23,9	27,5	191,2	2.387
Rucaraqui 2	12	25,0	29,4	214,4	2.372
Rucaraqui 2	13	26,0	31,2	237,7	2.357
Rucaraqui 3	2	10,9	6,4	16,4	2.593
Rucaraqui 3	3	14,2	10,7	40,3	2.589
Rucaraqui 3	4	17,0	14,5	67,9	2.580
Rucaraqui 3	5	19,4	17,9	97,9	2.569
Rucaraqui 3	6	21,5	21,1	129,4	2.556
Rucaraqui 3	7	23,3	24,2	162,0	2.543
Rucaraqui 3	8	25,0	27,1	195,4	2.528
Rucaraqui 3	9	26,4	29,8	229,3	2.514
Rucaraqui 3	10	27,8	32,5	263,4	2.499
Rucaraqui 3	11	28,9	35,1	297,6	2.483
Rucaraqui 3	12	30,0	37,7	331,7	2.468
Rucaraqui 3	13	30,9	40,2	365,5	2.452

UNIDAD FARELLÓN

Parcela	Edad (años)	Altura dominante (m)	Área Basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)	Densidad (arb/ha)
Farellon 1	2	9,0	3,2	6,7	1.467
Farellon 1	3	11,8	6,5	21,1	1.465
Farellon 1	4	14,2	9,7	39,4	1.460
Farellon 1	5	16,3	12,6	60,1	1.454
Farellon 1	6	18,2	15,3	82,4	1.447
Farellon 1	7	19,9	17,8	105,8	1.439
Farellon 1	8	21,5	20,3	130,1	1.431
Farellon 1	9	22,9	22,6	155,1	1.423
Farellon 1	10	24,2	24,8	180,6	1.414
Farellon 1	11	25,3	27,0	206,4	1.405
Farellon 1	12	26,4	29,1	232,5	1.396
Farellon 1	13	27,4	31,2	258,7	1.387
Farellon 2	2	8,7	4,5	8,6	2.251
Farellon 2	3	11,4	8,1	24,3	2.248
Farellon 2	4	13,8	11,3	43,1	2.240
Farellon 2	5	15,9	14,2	63,6	2.230
Farellon 2	6	17,7	16,9	85,4	2.219
Farellon 2	7	19,4	19,3	108,2	2.208
Farellon 2	8	20,9	21,7	131,6	2.195
Farellon 2	9	22,3	23,9	155,5	2.182
Farellon 2	10	23,6	26,1	179,9	2.169
Farellon 2	11	24,8	28,1	204,6	2.156
Farellon 2	12	25,9	30,1	229,5	2.142
Farellon 2	13	26,9	32,1	254,5	2.129