COLEGIO DE INGENIEROS FORESTALES DE CHILE

Ministerio de Agricultura
Gobierno de Chile

CHILE LO HACEMOS TODOS

conaf

Seminario "INICIATIVAS DE CONSERVACIÓN EN ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS UBICADAS EN ZONAS ÁRIDAS Y SEMIARIDAS"

Actualización del plan de ordenación forestal y desarrollo participativo para el bosque de Tambillo, Comuna de San Pedro de Atacama, Región de Antofagasta

Antonio Vita Alonso
Profesor Titular
Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza

Mayo 2019

Autores Plan de Ordenación

- Ingeniera Forestal, Srta. Macarena Parada O.(1)
- Ingeniero Forestal, Dr. Alfredo González F.(1)(2)
- Ingeniero Forestal, Sr. Antonio Vita A.(1)

- (1) Egresados Universidad de Chile
- (2) Ph.D en Ciencias Biológicas, Universidad de Bristol, Reino Unido

CONTEXTO GENERAL

- La Corporación Nacional Forestal (CONAF), Región de Antofagasta, viene desarrollando durante años instancias de vinculación con la comunidad, siendo una de ellas, la instauración de metodologías participativas relacionadas a la actualización de planes de manejo y ordenación de la Reserva Nacional Los Flamencos.

- Por medio de un convenio colaborativo con la Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile, CONAF solicitó una actualización del Plan de Ordenación Participativo del Bosque de Tambillo, el cual se encuentra vigente desde el año 2007.

- Parada, M.; González, A. y Vita, A. 2019. Actualización del plan de ordenación forestal y desarrollo participativo para el bosque de Tambillo, Comuna de San Pedro de Atacama, Región de Antofagasta. Corporación Nacional Forestal. Región de Antofagasta. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza. 80 p.

MATERIAL

- Ubicación geográfica y administrativa
  - Reserva Nacional Los Flamencos tiene una superficie de 73.986 hectáreas y se ubica administrativamente en la Provincia de El Loa, Comuna de San Pedro de Atacama.
  - La Reserva está compuesta por siete sectores; uno de ellos es Tambillo.
  - Ubicado al NO de Toconao.

Ubicación geográfica bosque de Tambillo

Límites oficiales del sector 7, bosque de Tambillo
Fuente: CONAF (2019)

Condiciones de sitio

- Altitud: 2.436 msnm.
- Precipitaciones promedio 28 mm anuales.
- Lluvias se concentran entre los meses de diciembre a marzo, asociadas frecuentemente a tormentas eléctricas.
- Agua subterránea a veces muy cerca de la superficie.

Antecedentes plantación

- Realizadas por CORFO entre 1971 y 1975.
- Superficie actual: 554 ha.
- Distanciamiento general de establecimiento: 15 m.
- 44 hoyos/ha.

Hoyos de plantación

Hoyos de plantación

Hoyos de plantación

Hoyo de plantación, 35 años después de elaborado

Prosopis alba

Prosopis tamarugo

Raíz pivotante tamarugo
Pampa del Tamarugal

Hoyo de plantación más reciente

METODOLOGÍA DE TRABAJO

- Revisión de literatura.
- Trabajo de campo e inventario silvícola.
- Reunión participativa e informativa con comunidad local.
- Análisis de la información.

Bibliografía

- Altamirano, H. 1998. Reserva Nacional Los Flamencos, Región de Antofagasta. Inventario Forestal del sector Tambillo. Informe N° 1. Antofagasta, Chile.

- García, P. 2001. Caracterización y proposición de tratamientos silviculturales para una plantación de tamarugo (*Prosopis tamarugo* Phil.) en Toconao, II Región. Memoria para optar al título profesional de Ing. Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 64 p.

- González, Y. (2000). Plan de ordenación Bosque de Tambillo. Corporación Nacional Forestal.

- González, J.P.; Luna, G.; Valenzuela, M. y Vita, A. 2007. Actualización del Plan de Ordenación Forestal y Desarrollo Participativo para el Bosque de Tambillo, Comuna de San Pedro de Atacama, Región de Antofagasta. Universidad de Chile. Chile. 52 p.

- Vita, A.; Cabello, A.; Faúndez, L.; Canto, A.; Lagos, V. y Choque, A. 2014. Establecimiento de modelos de intervenciones silviculturales para formaciones xerofíticas y bosques nativos de las regiones desérticas y altiplánicas. Informe final Proyecto 033/2010. Fondo de Investigación del Bosque Nativo. Santiago. Chile. 93 p.

Inventario

- Muestreo con 3% de intensidad.
- Estratificado y selectivo en diversos sectores según densidad actual de plantaciones (denso, semidenso y ralo) (Altamirano, 1998).
- Parcelas de 75 x 75 m (5 x 5 hoyos de plantación)(0,56 ha) .

Subsector denso

Subsector denso

Subsector semidenso

Subsector ralo

Parámetros medidos

- Diámetro a la altura del pecho (DAP)
- Diámetro a la altura del cuello (DAC)
- Altura total (H)
- Diámetro de copa (DC1-DC2).

- Estado sanitario de los individuos, de acuerdo a la siguiente escala, propuesta por González (2000):

- 1. Sin índice de ataque, aparentemente sano.
- 2. Daños locales, poca extensión.
- 3. Daño generalizado.
- 4. Muerto.

Reunión participativa e informativa

- Comunidad de Toconao, convocada por CONAF Región de Antofagasta, se reunió a conversar y debatir sobre las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades del bosque de Tambillo. En esta actividad guiada, se logró recopilar información respecto de usos y manejo potenciales del área de estudio.

RESULTADOS

- Análisis de la gestión pasada
  - 1997. Primeras intervenciones.
  - 2007 en adelante ejecución de diversos tratamientos silviculturales, principalmente podas, clareos y raleos.

Utilización actual del bosque

- Sistema agroforestal

  - Carbón
  - Maíz
  - Ganado

- Artesanía

- Turismo

Ganado ovino, caprino y camélido

Ganado camélido

2007/01/17

CARBÓN VEGETAL
MADERAS DE TAMAULIPAS

Amenazas

- **Déficit hídrico, deforestación, sobrepastoreo, perros asilvestrados y un creciente número de visitantes**, son las principales amenazas que enfrenta el sector denominado bosque de Tambillo.
- Presencia de jaurías de perros asilvestrados y su negativo impacto sobre el ganado local, dado que este corresponde a los principales ingresos de las comunidades que dependen del bosque de Tambillo.
- Recientemente, su presencia se ha tornado problemática, incluso para la seguridad de las personas.
- Al ser una especie invasora y asilvestrada, representa uno de los principales peligros en el detrimento de la conservación de la biodiversidad. Por otra parte, su capacidad de transmitir enfermedades, de atacar al ganado e incluso, agredir a personas, los transforma en un problema ambiental y de salud pública.

Valores promedio del diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total (H), número de árboles por hectárea (Nha), área basal (Gha), volumen industrial (VI), y volumen de leña y carbón (VLC).

Subsector	Dap (cm)	H (m)	Nha	Gha (m^2/ha)	Vha (m^3/ha)	VI (m^3/ha)	VLC (m^3/ha)
(1) Denso	22,38	7,05	154,66	6,08	24,98	18,04	15,62
(2) Ralo	29,66	8,24	23,11	1,60	6,76	4,85	3,20
(3) Semidenso	32,39	8,47	79,1	6,51	27,69	19,85	12,28

Sobrevivencia (% de hoyos con ejemplares)

AV: número de hoyos con ejemplares adultos vivos

Subsector	AV	Sobreviviencia (%)
(1) Denso	27	75,0
(2) Ralo	3	8,3
(3) Semidenso	18	50,0

Estado Sanitario. Porcentaje de ataque (%) de los árboles en pie

Código	Descripción	Subsector		
		1	2	3
1	Sin índice de ataque, aparentemente sano	49,47	83,33	85,38
2	Daños locales, poca extensión	18,94	16,67	14,61
3	Daño generalizado	30,52	0,00	0,00
4	Muerto	1,05	0,00	0,00

Palomilla violeta (*Leptotes trigemmatus*) posado sobre una rama de *Prosopis tamarugo*. Frutos afectados por larvas de este Lepidóptero.

Resultados reunión informativa

- Recursos hídricos
  - Disminución de disponibilidad de agua.
  - Conflictos por posesión de única aguada.
- Gestión ambiental
  - Tema de suma importancia para la comunidad.
  - Consejo de Pueblos Atacameños desea gestionar su propio sistema de monitoreo ambiental.
  - Comunidad reconoce que la conservación de especies silvestres y su protección deben relacionarse con cualquier actividad tendiente a la obtención de beneficios económicos en la zona.
- Señalética
  - Informe a los visitantes sobre los objetivos que persigue la zona, así como sobre las diversas divisiones administrativas y de gestión que son parte de la unidad.
  - Bosque se encuentra cortado de manera transversal por la ruta 23 CH. Esta carretera representa un ejemplo claro de fragmentación de hábitats y pone en riesgo la fauna local.
- Usos actuales y potenciales
  - Producción silvoagropecuaria.

Resultados reunión informativa

- Proyectos

- Traslado de aguas
- Centro de documentación patrimonial-ambiental-cultural
- Quiosco local artesanía

- Gestión social

- No resulta sustentable continuar considerando que el bosque deba seguir siendo utilizados solamente para facilitar la ganadería y pastoreo.
- **Necesidad de hacer un ensamble entre agricultura, ganadería, turismo y conservación**.
- Sobrepastoreo, especialmente de ganado caprino.
- **Cambio progresivo del modelo de pastoreo incorporando llamas**, lo que permitiría cultivar alfalfa y otros cultivos locales, disminuyendo la carga animal.
- Como comunidad, ese recambio no ha sido conversado al interior, pero existe la voluntad de la gente. Se debe integrar a la comunidad al territorio a través de un proceso de sensibilización.
- Vulnerabilidad del territorio dado el alto número de visitantes que se reciben anualmente. Los asistentes manifestaron que el turista extranjero tiene un acercamiento diferente al turista nacional, lo que debe ser considerado con el cuidado de los recursos. Extranjeros resultan ser mucho más cuidadosos del ambiente y respetuosos por el patrimonio local.

Propuesta de tratamientos silviculturales

- Según lo señalado en la reunión informativa en el futuro debiera **ajustarse la producción agroforestal, pero incrementando el objetivo turístico**. De este modo, se requiere de una estructura de manejo silvicultural que sea capaz de integrar las diversas demandas establecidas.

Propuesta de tratamientos silviculturales

- Para la presente generación, **estructura meta de monte alto regular**, con uno o dos fustes por hoyo.

- Considerando **rotación de 60 años**, y tomando en cuenta que para alcanzar dicho número **sólo restan algo más de 15 años**, los tratamientos silviculturales contemplados a realizar en el próximo período de aplicación del Plan de Ordenación debieran consistir fundamentalmente en **cortas intermedias** en el actual recurso más actividades de **plantación y promoción de regeneración natural por semillas** en áreas descubiertas de árboles.

Propuesta de tratamientos silviculturales

- De este modo, las actividades silviculturales consideradas son: **regeneración natural y plantación en los lugares desprovistos de vegetación** o en lugares donde hubo mortalidad de los individuos; **podas, clareos y raleos**.

- Adicionalmente, en forma puntual, se ha observado la caída parcial, de ejemplares de mayor tamaño o porciones de éstos, por efectos de la alta densidad. En estos casos, cuando el daño es importante en relación a la biomasa total, el tratamiento a aplicar corresponde a una **corta total y rebrote posterior**.

Ordenación por volúmenes de cosecha

- El Crecimiento Anual Real (CAR) se obtiene mediante la división del volumen total y la edad de la plantación.

- Por tanto:

- CAR = Volumen total/Edad de la plantación

- CAR = 9.982,88/45 = 221,84 ≈ 222 m^3/año

- La **rotación** se extenderá hasta los **60 años**, de acuerdo a los antecedentes entregados por Altamirano (1998) para la Pampa del Tamarugal.

- La extracción inicial (1° corta) se estima en un 40% del volumen total por sector.

Bosque regulado

- Un bosque regulado poseerá todas las clases de edad representadas en la superficie total, por lo que se cumplirá con el objetivo de producción constante en el tiempo.

- Para calcular la superficie de equilibrio (Se), se tiene:

- Se = (Superficie total/Rotación)*Período
- **Se** = (435,8/60)*1 = **7,26 ha**

- En cada período se deberán cosechar 7,26 ha. Ello implica que al terminar la etapa de raleos, se iniciará la cosecha total en dicha superficie de equilibrio. Si debido a las intervenciones previas es posible obtener diámetros de cosecha de 45 cm, con un solo fuste, y un volumen aproximado de 52 m^3/ha, se obtendrán **377,52 m^3 por cada superficie de equilibrio.**

Intervenciones silviculturales

- Regeneración natural asistida
- Plantación
- Podas
- Clareos
- Raleos
- Corta total y regeneración vegetativa

Regeneración natural asistida

- En el sector de Tambillo **no se observa** establecimiento de plantas obtenidas por **regeneración natural**, a diferencia de lo que ocurre en las plantaciones cercanas a San Pedro de Atacama.

- Se asume que la causa de ello, independientemente de posibles diferencias de sitio en cuanto a la **disponibilidad hídrica** proveniente de las avenidas de las lluvias altiplánicas, sería la **presencia de ganado caprino** en el primer sector. Por tal motivo se propone excluir del ganado áreas distribuidas en los tres subsectores para determinar si las relaciones hídricas tienen efecto sobre la regeneración natural. Al respecto, es necesario señalar que, en las plantaciones en la Reserva Nacional **Pampa del Tamarugal**, solamente se observa **regeneración natural** de tamarugo en sectores muy puntuales y escasos, donde existe **fuente de agua adicional** a la proveniente de las avenidas.

- En el caso del sector más cercano a San Pedro de Atacama, la regeneración observada se encuentra al oriente de la ruta 23-CH, la cual podría tener un efecto favorable al comportarse como un dique contenedor de las aguas de escurrimiento desde el altiplano hacia el poniente. No obstante, esta acumulación de agua puede provocar un efecto inverso por exceso de inundación.

- La eventual emergencia de plántulas puede **excluirse del ganado mediante anillos individuales** o de grupo de plantas compuestos por desechos leñosos proveniente de las podas, clareos o raleos.

Plantación

- Mínimo a 10 x 10 m, idealmente a 15 x 15 m, similar al del actual subsector semidenso.

- Ejemplares en maceta según el sistema tradicional o bien en contenedores más rígidos, pero considerando **solo un ejemplar por contenedor.**

- Serán llevados a terreno cuando tengan una altura mínima de 20 cm y un diámetro de cuello mínimo de 0,3 cm, idealmente de 0,4 cm.

- Estas plantaciones deberán excluirse durante un tiempo estimado de cinco a seis años, de manera que los ápices de los ejemplares queden fuera del alcance del ganado.

Poda

- Para efectos de mejorar la producción fustal y facilitar el acceso del ganado a frutos y refugio.

- Es necesario evaluar el posible efecto negativo de esta operación sobre la fauna silvestre local que puede beneficiarse de la protección contra agentes bióticos y abióticos que proporciona la actual cobertura de ramas bajas sobre el suelo.

- Dejar testigos sin podar.

Tipos de poda

- Formación
- Mantención
- Sanitaria
- Recuperación o rejuvenecimiento
- Despeje o basal

Clareos

- Intervenciones que se realizan en los primeros estados de desarrollo de un rodal y consisten en la disminución del número de ejemplares con el propósito que los restantes dispongan de más espacio y aceleren su crecimiento diametral .

- Aplicar en hoyos que contengan varios ejemplares de poco desarrollo diametral, situación poco frecuente en la actualidad en el bosque de Tambillo.

Raleos

- En plantaciones tan distanciadas, como es el caso de Tambillo, no habría necesidad de efectuar este tratamiento.

- Debido a que en muchos hoyos de plantación coexisten varios individuos, es preciso intervenir, seleccionando uno o dos individuos por hoyo.

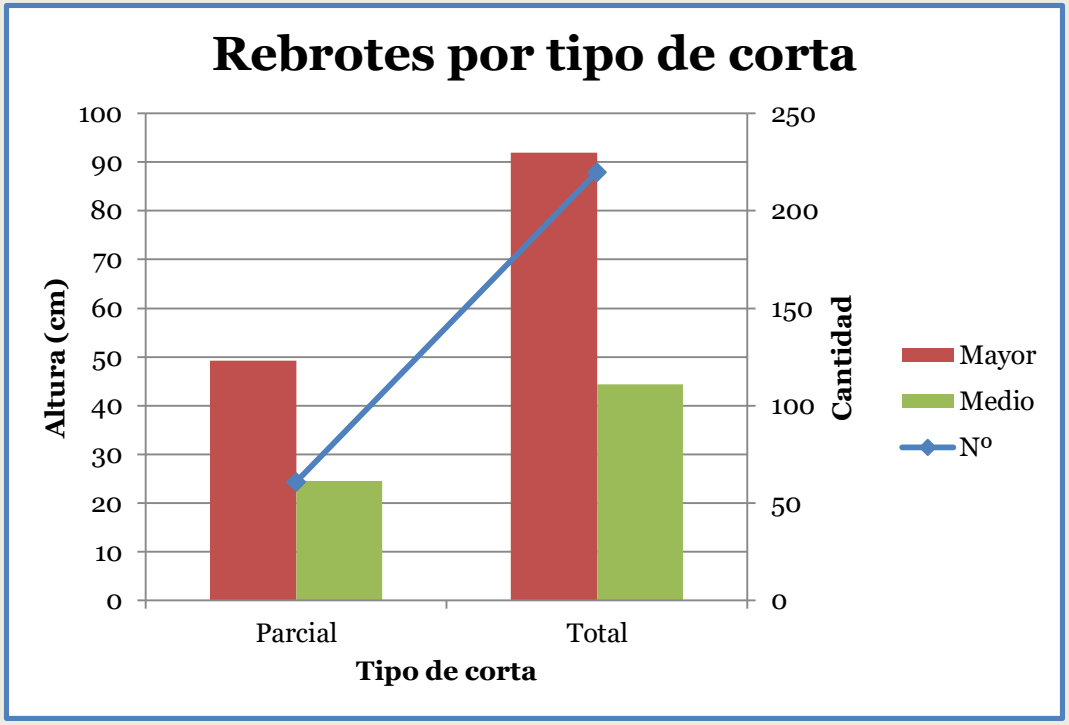
Corta total y regeneración vegetativa

- En hoyos de plantación, donde ha ocurrido algún accidente que afecte a una parte importante de la biomasa, se recomienda cortar todo lo remanente para efectos de promover un vigoroso rebrote.

- Esta misma medida silvicultural debiera aplicarse la corta final al cumplir la edad de rotación para generar una nueva población, luego de la cosecha.

Ensayo rebrote *Prosopis tamarugo*

- El objetivo fue comparar el crecimiento del rebrote en corta total y parcial.
- Se seleccionaron hoyos de plantación con 4 fustes.
- La evaluación consistió en el registro del número, longitud del más largo, más corto y promedio de los rebrotes.



Altura y cantidad media de rebrotes de tamarugo, por tipo de corta

Corta
parcial

Corta total

Rebrote corta parcial. Marzo 2012

Rebrote corta total. Marzo, 2012

Rebrote corta parcial. Abril, 2013

Rebrote corta total. Abril, 2013

Promedio de diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura (H) de 10 árboles intervenidos en 2011, bosque de Tambillo.

Intervención (%)	Dap (cm)											H máx. (m)
	Vástagos											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
100	2,0	3,0	9,0	9,0	4,0	4,0	8,0	7,5	6,0	7,0	11,0	5,0
50	2,0	3,0	5,0	5,0	4,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5

Rebroten 2019 corta total 2011

Rebrote 2019 corta total 2011

Sin rebrote corta parcial 2011

Zonas de manejo

- Zonas de Producción

- Compuestas por zonas que corresponden a aquellas unidades con densidades altas y diámetros medios a altos.

- Zonas de Producción con Restricciones

- Corresponden a las zonas con densidades medias a bajas y diámetros medios a bajos. Son zonas en las que se puede intervenir fundamentalmente a través de podas que abastezcan la demanda de madera para carbón, leña o artesanía.

- Zonas de Recuperación

- Compuestas por las zonas con densidades bajas, corresponden a los lugares donde se necesita enriquecer, e incluso forestar, para homogenizar la estructura vegetacional y asegurar la sustentabilidad futura del recurso arbóreo.

- Zonas de Reforestación

- Las zonas de reforestación son aquellas en las que no se encontraron individuos arbóreos por mortalidad ocurrida con anterioridad.

- Zonas de Exclusión

- Se permiten intervenciones que mejoren el estado actual de los individuos (podas sanitarias, de recuperación y/o clareos que revitalicen su follaje. Su objetivo es aislar el ganado para favorecer la regeneración.

Bosque futuro

- Mayor diversificación estructural.
- Tendencia hacia el equilibrio.

- Opciones de establecimiento de series (cuarteles):
  - Serie única.
  - Tres series según densidad:
    - Bosque denso
    - Bosque semidenso
    - Bosque ralo

- Habilitar 10% de la superficie como testigo.

Opciones de estructura a nivel de parcela

- **En todos los casos solo una clase de edad en cada hoyo**, lo que se traduce en un solo estrato.
- Organización espacial:
  - 1) Parcela (rodal) monoestratificado. Diferenciación entre parcelas.
  - 2) Parcela (rodal) con dos estratos. Diferenciación entre hoyos.
  - 3) Parcela (rodal) con tres o más estratos.
  - 4) Parcela (rodal) multiestratificado, con representación de todas las edades.

Opciones de estructura a nivel general

- Monte bajo
  - Ejemplares plurifustales, con 2 a 4 fustes.
  - Predominan objetivos de madera de pequeñas dimensiones.

- Monte alto
  - Ejemplares monofustales (Fustal sobre cepas).
  - Predominan objetivos de producción de flores (apicultura) o frutos, sombra, recreación y turismo, madera de grandes dimensiones.
  - Productos madereros de pequeñas dimensiones se obtienen de cortas intermedias: podas, clareos y raleos.

Esquema básico de manejo de tamarugo

ALTURA EJEMPLARES (m)	INTERVENCIÓN	RETOÑOS REMANENTES	
1	Clareo	8-10	
1,5	Clareo (poda basal)	6-8	
2	Clareo (poda basal)	4-6	
2,5	Clareo (poda basal)	2-4	→ Plurifustal
> 2,5	Raleo, podas de formación y mantención	1	→ Monofustal

CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos de inventarios forestales señalan que el Bosque actual presenta una estructura coetánea y con densidades variables. Estas particularidades le otorgan diversas características sanitarias, estructurales y de composición.

- Áreas de plantación densas, corresponden a aquellas con mayor cantidad de individuos, fustes volteados y partidos. También en ellos, ha sido posible observar síntomas de estrés hídrico y de elevada competencia intraespecífica, limitando el crecimiento en altura de muchos individuos.

- Subsectores semidensos mostraron elevados diámetros y alturas considerables de algunos individuos. Se cree que menor competencia ha potenciado el crecimiento en mejores condiciones de los individuos remanentes. Sin embargo, se observaron frutos pequeños y atacados por una potencial plaga de lepidoptera, que podría poner en peligro la continuidad de la especie a nivel local.

CONCLUSIONES

- La comunidad que viven en torno al Bosque de Tambillo manifiesta que la actividad turística presenta un gran potencial en la zona, ya que existe un circuito establecido hacia la Reserva Nacional. Su flujo podría aumentar al haber una mayor difusión del lugar. Del mismo modo, manifiestan que es necesario contar con más antecedentes técnico-científicos para establecer el real estado de los recursos locales.

- En la presente actualización, se privilegió la aplicación de intervenciones silviculturales en los sectores que presentan mayor densidad e insatisfactorio estado fitosanitario. Del mismo modo, realizar nuevas plantaciones se ha considerado fundamental para el desarrollo actual y futuro del bosque.

Bibliografía

- Altamirano, H. 1998. Reserva Nacional Los Flamencos, Región de Antofagasta. Inventario Forestal del sector Tambillo. Informe N° 1. Antofagasta, Chile.

- García, P. 2001. Caracterización y proposición de tratamientos silviculturales para una plantación de tamarugo (*Prosopis tamarugo* Phil.) en Toconao, II Región. Memoria para optar al título profesional de Ing. Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 64 p.

- González, Y. (2000). Plan de ordenación Bosque de Tambillo. Corporación Nacional Forestal.

- González, J.P.; Luna, G.; Valenzuela, M. y Vita, A. 2007. Actualización del Plan de Ordenación Forestal y Desarrollo Participativo para el Bosque de Tambillo, Comuna de San Pedro de Atacama, Región de Antofagasta. Universidad de Chile. Chile. 52 p.

- Parada, M.; González, A. y Vita, A. 2019. Actualización del plan de ordenación forestal y desarrollo participativo para el bosque de Tambillo, Comuna de San Pedro de Atacama, Región de Antofagasta. Corporación Nacional Forestal. Región de Antofagasta. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza. 80 p.

- Vita, A.; Cabello, A.; Faúndez, L.; Canto, A.; Lagos, V. y Choque, A. 2014. Establecimiento de modelos de intervenciones silviculturales para formaciones xerofíticas y bosques nativos de las regiones desérticas y altiplánicas. Informe final Proyecto 033/2010. Fondo de Investigación del Bosque Nativo. Santiago. Chile. 93 p.

COLEGIO DE INGENIEROS FORESTALES DE CHILE

Ministerio de Agricultura
Gobierno de Chile

CHILE LO HACEMOS TODOS

conaf

Gracias

Antonio Vita Alonso
avita@uchile.cl