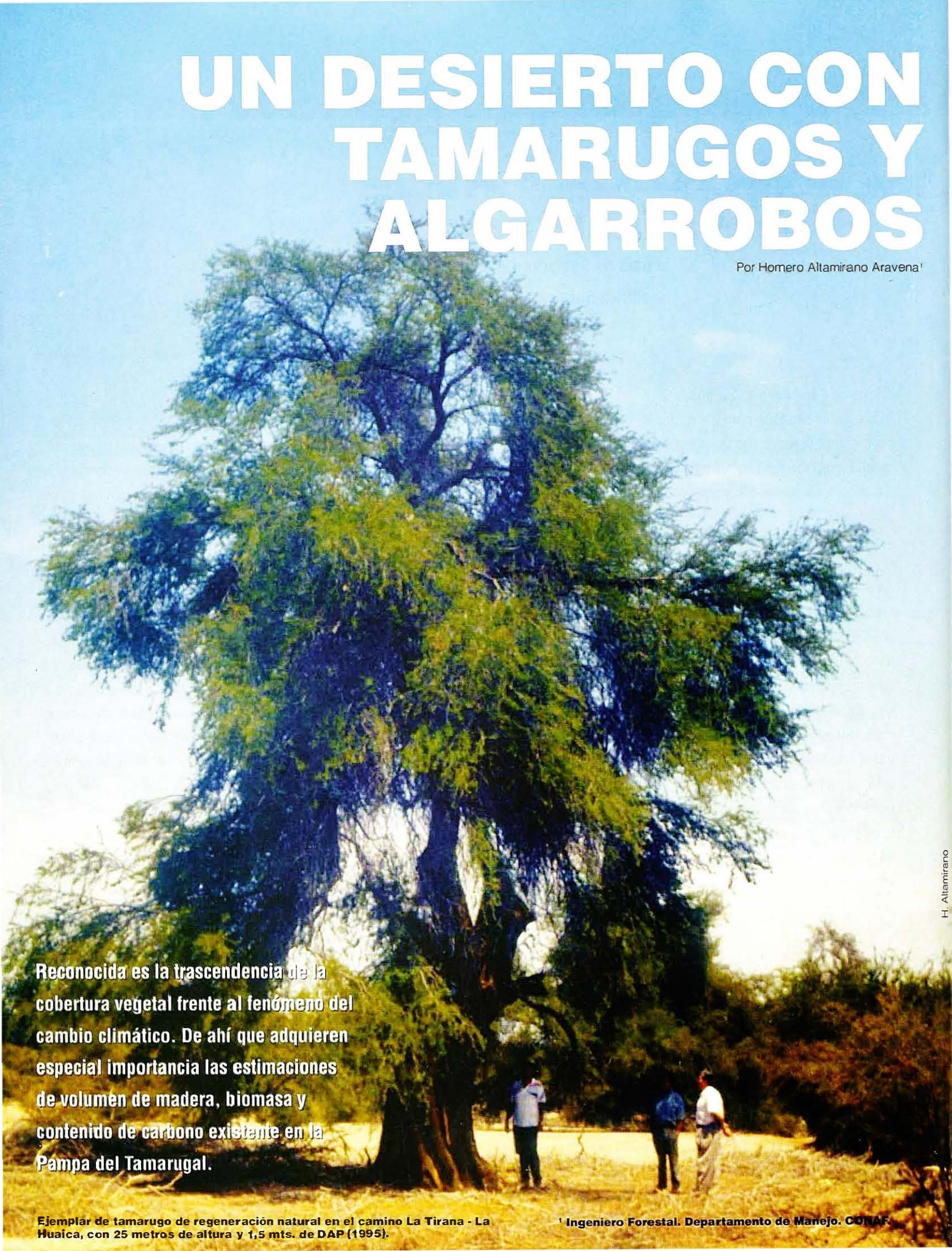


UN DESIERTO CON TAMARUGOS Y ALGARROBOS

Por Homero Altamirano Aravena¹



Reconocida es la trascendencia de la cobertura vegetal frente al fenómeno del cambio climático. De ahí que adquieren especial importancia las estimaciones de volumen de madera, biomasa y contenido de carbono existente en la Pampa del Tamarugal.

Ejemplar de tamarugo de regeneración natural en el camino La Tirana - La Hualca, con 25 metros de altura y 1,5 mts. de DAP (1995).

¹ Ingeniero Forestal. Departamento de Manejo. CONAF.

La creciente importancia del cambio climático y su vínculo con la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera ha puesto en relieve el significativo rol que cumple la vegetación arbórea como sistema acumulador de carbono. Es evidente que los árboles generan un saldo neto de carbono durante su período de desarrollo, elemento presente en la madera en los diferentes compuestos que la integran, especialmente celulosa y lignina.

Chile tiene ejemplos muy concretos que mostrar, y uno de ellos es la creación de una sustancial masa de plantaciones de tamarugos y algarrobos en el desierto de Tarapacá, en el área conocida como Pampa del Tamarugal. Allí se realizó un importante trabajo de forestación entre los años 1960 y 1973, que permite contar hoy con un patrimonio de aproximadamente 20.000 ha, las que en 40 años han acumulado un cuantioso volumen de madera y, por ende, de carbono, que antes de 1960 no existían. ¿Cuánto volumen de madera se ha acumulado y cuánto carbono depositado esto representa?

Proceso de Forestación

En 1960, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), institución gubernamental creada para impulsar el desarrollo silvoagropecuario, industrial y energético del país, objetivo que logró ampliamente, resolvió iniciar un proceso de recuperación de los bosques de tamarugo (*Prosopis tamarugo*), especie endémica de Chile, que había colonizado los salares del desierto nortino y que había sido sometida a un intenso uso destructivo durante la época de extracción de salitre. La decisión fue tomada en el marco del Programa Nacional de Desarrollo Ganadero, dado su gravitante rol como proveedor de forraje para ganado ovino, caprino y camélidos.

El proceso de forestación fue iniciado en forma masiva durante 1966 en terrenos de los salares de Pintados, Bellavista y Zapiga, además de algunos lotes establecidos en los alrededores de La Tirana y La Huaica. De acuerdo con informes internos de CORFO, hasta 1973 habían sido plantadas 20.050 ha (Cogollor y otros, 1984).

Un reconocimiento realizado por INFOR

en 1964 determinó la existencia de alrededor de 1.000 ha de bosque natural de tamarugo y 5.882 ha de plantaciones de algarrobos y tamarugos (Elgueta, H. Informe de viaje a la Pampa del Tamarugal. CONAF, 1992).

Superficie Actual de las Plantaciones

Para la cuantificación de la superficie plantada actualmente se ha recurrido a la cartografía preparada por INFOR en 1981 y la producida por CONAF en 1999 para los salares de Pintados y Bellavista. Para Zapiga se utilizó aquella producida por Altamirano y Baldrich en 1994.

Según CONAF 1999, la superficie efectiva de plantaciones en los Salares de Pintados y Bellavista, en el territorio perteneciente a la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal, es de 12.183 ha, incluyendo 1.400 ha plantadas con algarrobos. De acuerdo a Altamirano 1994, la superficie efectiva remanente en Zapiga es de 3.295 ha (de un total inicial de 5.100 ha - CORFO), siendo contabilizadas 3.444 ha en los alrededores de La Tirana y La Huaica (INFOR 1981). Adicionalmente, fueron cuantificadas 1.200 ha de algarrobos en torno a La Huaica y 650 ha de bosques naturales (INFOR 1981). Por lo tanto, la superficie total a considerar en este estudio asciende a 20.770 ha.

Características

El bosque natural de tamarugo se caracteriza por la escasa vegetación acompañante, tanto en número de especies como superficie ocupada. Básicamente son

cuatro las especies vegetales que acompañan al tamarugo: Retama (*Caesalpinia aphilla*), Brea (*Tessaria absinthioides*), grama salada (*distichlis spicata*) y pillalla o cachiyuyo (*atriplex atacamensis*). Su presencia en el bosque natural y en las plantaciones es relativamente escasa y no han sido realizadas investigaciones para determinar el volumen de biomasa que representan, por lo que no serán consideradas en este informe. Los tamarugos y algarrobos desarrollan un voluminoso sistema radicular que también representa madera que acumula carbono en forma indefinida, pues en las condiciones de sequedad y salinidad del desierto esta materia orgánica no se degrada. Se ha determinado (Informe 26 Proyecto CONAF / FAO / PNUD 1989) que un número importante de ejemplares (30%) sufre de diversos grados de marchitez por efecto de la acumulación de sales en el tejido conductor, ocasionando la paralización del crecimiento o un crecimiento muy lento. Este fenómeno será considerado en los cálculos de biomasa y contenido de carbono.

Estimación de Existencias de Madera

La información utilizada para estimar el volumen de madera proviene de tres fuentes: el inventario forestal de la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal, realizado por G. Álvarez de Araya (CONAF) en 1984, los inventarios forestales del sector Pillalla de la R.N. efectuados en 1994 y 2003 por H. Altamirano y M.C. Belanger, respectivamente, y la cartografía prepara-

Estimación de Existencias de Madera			
	Volumen m ³ /ha	Superficie ha	Vol. Total m ³
Estrato N° 1	1,435	473	679
Estrato N° 2	3,165	1664	5267
Estrato N° 3	5,03	1284	6459
Estrato N° 4	6,842	1496	10236
Estrato N° 5	9,217	1190	10968
Estrato N° 6	10,45	1119	11694
Estrato N° 7	12,681	1216	15420
Estrato N° 8	14,913	816	12169
Estrato N° 9	16,64	1163	19352
Estrato N° 10	18,935	829	15697
Estrato N° 11	20,768	547	11360
Estrato N° 12	23,549	247	5817
Estrato N° 13	30,948	610	18878
Estrato N° 14	46,834	103	4824
Estrato N° 15	60,028	81	4862

Fuente: Inventario Forestal RNPT 1984 G. Álvarez de A.

da por CONAF en 1999 para los sectores de Pintados y Bellavista de la RNPT.

El inventario 1984 generó una base de información para tamarugo constituida por 15 estratos definidos mediante la existencia de madera por ha, según el siguiente detalle:

Estos resultados entregan un promedio de existencias por ha de 11,97 m³/ha y un crecimiento medio anual de 1,3 m³/ha/año (Gmo. Álvarez de Araya, 1994).

El sector de plantaciones más antiguo, aquel de Junoy, con una edad aproximada de 50 años, proporciona los resultados más bajos en cuanto a crecimiento anual: 0,43 m³/ha/año.

En 1994, Altamirano, GH., realizó el inventario de 1.300 ha plantadas de tamarugos en el sector Pillalla de la RNPT con una edad promedio de 26 años. Se concluyó que la superficie efectiva arbolada sumaba 879 ha; que las existencias por ha promediaban 37,08 m³/ha en bosques con desarrollo normal y 17,92 m³/ha en rodales marchitos; que el crecimiento medio en rodales sanos llegaba a 1,42 m³/ha/año a los 26 años de edad y en los rodales marchitos 0,69 m³/ha/año. (H. Altamirano, Plan de operaciones demostrativas en el sector Pillalla - RNPT, 1994). El mismo sector de Pillalla fue inventariado en el año 2003 y las existencias en rodales sanos llegaron a 46,6 m³/ha con crecimiento promedio de 1,37 m³/ha/año. Por su parte, los rodales marchitos anotaron existencias de 24,8 m³/ha y un

crecimiento de 0,68 m³/ha/año (M.A. Belanger, 2003). A la vista de estos antecedentes, para calcular el volumen de madera en plantaciones de tamarugos hasta un diámetro mínimo de 5 cms., en la Pampa del Tamarugal, se utilizarán los siguientes valores de existencias:

Para plantaciones de tamarugos en buen estado = 46,6 m³/ha
Para plantaciones de tamarugos marchitos = 24,8 m³/ha

No han sido realizados inventarios forestales específicos para Algarrobo en la Pampa del Tamarugal, pero de los datos proporcionados por CONAF sobre extracción de leña en 600 ha, se puede estimar una existencia promedio de 19 m³/ha en los remanentes de bosques de esta especie.

La cartografía CONAF 1999 para las plantaciones establecidas en los salares de Pintados y Bellavista (elaborada por LFB Consultores) entrega los siguientes antecedentes de superficie:

Rodales en buen estado	= 8.389 ha
Rodales marchitos y secos	= 3.794 ha
Total	= 12.183 ha

En este total están incluidas 1.400 ha de Algarrobos. Se asume la misma proporción para las plantaciones establecidas en Zapiga, La Tirana y La Huaica (7.937 ha), considerando en buen estado los bosques naturales.

De esta manera, la superficie establecida para tamarugo es:

Bosque en buen estado	= 12.670 ha
Bosques marchitos y secos	= 5.430 ha
Subtotal	= 18.100 ha

Para Algarrobo	= 2.600 ha
Total	= 20.700 ha

Biomasa

Las estimaciones de biomasa contenidas en la literatura disponible utilizan la fórmula básica de Biomasa derivada por Sandra Brown (1997), a partir de inventarios forestales clásicos orientados a cuantificar la madera comercial de un árbol. Según Brown, la fórmula para calcular biomasa sería:

$B = Vc \times Dm \times FEB$, donde

- B es biomasa.
- Vc es el volumen comercial.
- Dm es la densidad media de la madera (anhidra).
- FEB es el factor de corrección o Factor de Expansión de Biomasa sobre el nivel del suelo, que incorpora toda la biomasa resultante de las ramas y de las especies menores del sotobosque.

No se incluye en esta fórmula las estimaciones de la biomasa existente bajo el nivel del suelo como raíces y mantillo. En el caso de las plantaciones de tamarugos y Algarrobos, se ha cuantificado la madera del tronco y las ramas hasta un diámetro mínimo de 5 cms., y como se dijo anteriormente, no hay sotobosque en estos bosques, pero es necesario incluir el volumen que representa el sistema radicular y el resto de ramas bajo 5 cms. de diámetro. Por lo tanto, es necesario corregir la cifra entregada por los inventarios para incluir el volumen de madera que estos items representan. En este caso, se aumentarán las existencias de madera en un 40%, sobre la base de la experiencia práctica del autor y en antecedentes proporcionados por Gaspari y Manghi 2004, para determinar biomasa de raíces en los bosques argentinos.



Vista aérea de plantaciones de tamarugo en el Salar de Pintados - Sector sur RNPT (1993).

H. Altamirano

Densidad de la Madera

La densidad de la madera de tamarugo fue determinada por Cuevas, Ulloa, Rosende y Donoso (1989), habiendo obtenido valores entre 0,9 gr/cm³ y 1,05 gr/cm³ para madera anhidra, que es valor a utilizar según la definición de la fórmula de Brown. Los valores corresponden a madera de 22 y 50 años, respectivamente. Para el cálculo de biomasa de tamarugo se utilizará el valor 0,975 gr/cm³, promedio de los obtenidos en madera seca.

Para algarrobo, el valor de densidad anhidra a usar es de 0,74 ton/m³ (Cuevas y otros, 1989).

Aplicando los valores y criterios antes señalados, se obtiene el siguiente resumen:

Volumen de madera.

Tamarugo = (12.670 (ha) * 46,6 (m³/ha) + 5.430(ha)*24,8 (m³/ha)) = 725.086 m³

Algarrobo = (2.600 (ha) * 19 (m³/ha)) = 49.400 m³

Densidad Tamarugo (anhidra) = 0,975 ton/m³

Densidad Algarrobo (anhidra) = 0,74 ton/m³

FEB = 1,40

Biomasa = (725.086*0,975 + 49.400*0,74) * 1,4 = 1.040.920 toneladas

Biomasa acumulada en la Pampa del Tamarugal = 1.040.920 toneladas

Contenido de Carbón

Normalmente se acepta que la madera está compuesta en promedio por un 50% de Carbono, 42% de Oxígeno y 6% de Hidrógeno. El 2% restante consiste en Nitrógeno y otros elementos (Slijepcevic, 2001; IPCC, 1996). Sin embargo, investigaciones de la Universidad Austral de Chile han demostrado que el contenido de carbono varía con la especie y con la parte del árbol que se considere (J. Gayoso y J. Guerra, 2002). La evaluación de 20 especies del bosque nativo determinó un promedio de 43,7% de contenido de carbono y este valor será empleado aquí mientras no se disponga de un dato certero para especies del Género Prosopis. Aplicando este porcentaje a la biomasa calculada, se obtiene que los bosques de Prosopis de la Pampa del Tamarugal han acumulado un total de 454.882 toneladas de carbono ■



Plantación de tamarugos de 7 años en La Tirana (1995).

Bibliografía

- Aguirre, J.J.; Wrann, J. El género Prosopis y su manejo en la Pampa del Tamarugal. INFOR 1984.
- Altamirano A., G.H. Propuesta de desarrollo para los recursos del género Prosopis en la Pampa del Tamarugal y en las regiones II, III y IV de Chile. PFDG GCP/CHI 021/Neth 54 págs 1994
- Altamirano A., G.H. Plan de operaciones demostrativas en el sector Pillalla de la RNPT. Informe N° 1, 50 págs. 1994.
- Álvarez de Araya, G. Tabla de volumen e inventario forestal de las plantaciones de Prosopis tamarugo de la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal. I Región Tarapacá. DFPA-GCP/CHIO21/NET, 31 págs 1994
- Belanger, M.A. Inventario de los sectores Canteras, Junoy y Pillalla. RNPT Informe interno. 2003.
- Brown, S. Estimating biomass and biomass change of tropical forests. FAO Forestry Paper. 134 págs. 1997.
- Cogollor, G.; Poblete, M. Determinación del daño causado por insectos al fruto del tamarugo y estudio de su control químico. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Veterinaria y Ciencias Forestales. 1984.
- CONAF I Región. Inventario forestal de las plantaciones adultas de tamarugo de la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal. Iquique, I

Región. Boletín Técnico N° 42. 1990. 40 págs

- Cuevas, E.; Donoso, J.; Rosende, R.; Ulloa, I. Estudio de la mortalidad en árboles en la Pampa del Tamarugal. FAO/CONAF/PNUD. Proyecto Fo: dp/chi/83/017. Doc N° 26. Santiago de Chile. 1989. 74 págs.
- Cuevas, E.; Donoso, J.; Rosende, R.; Ulloa, I. Propiedades físicas y mecánicas de la madera de tamarugo y algarrobo de la Pampa del Tamarugal. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Veterinaria y Ciencias Forestales. 1984.
- Elgueta S., H. Informe de viaje a la Pampa del Tamarugal. Exposición de algunas actividades desarrolladas por el Instituto Forestal entre 1964 y 1970 en la Pampa del Tamarugal Iquique. Fundo Refresco. 1992. 39 págs.
- FAO, Oficina Regional para América Latina y El Caribe. Estado actual del conocimiento sobre Prosopis tamarugo. Habit. Mario. 1985. 483 págs.
- Gasparri, I.; Manghi, E. Estimación de volumen, biomasa y contenido de carbono de las regiones forestales argentinas. Min. de Salud y Ambiente. Dirección de Bosques. Buenos Aires. 2004. 26 págs.
- Instituto Forestal. CORFO. Estudio de las especies del género Prosopis en la Pampa del Tamarugal. Santiago de Chile. 1981. Vol I y II. 101 págs