



Estructura forestal y estado de conservación de los bosques de *Prosopis chilensis* y *Prosopis flexuosa* (algarrobales) de la Depresión del Río Bermejo, noreste de San Juan.

Ania Romina Gil

Tesina de grado

Ingeniería en Recursos Naturales Renovables

Facultad de Cs. Agrarias - UNCuyo

DIRECTOR: Dr. Juan Agustín Álvarez

CODIRECTOR: Dr. Juan Facundo Rojas

2013

INDICE

AGRADECIMIENTOS	4
SIGLAS Y ACRÓNIMOS	5
RESUMEN	6
1. INTRODUCCIÓN	7
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
3. OBJETIVOS	14
4. MARCO LEGAL	15
4.1 NORMATIVA INTERNACIONAL	15
4.2 LEGISLACIÓN NACIONAL	15
4.3 LEGISLACIÓN PROVINCIAL	19
5. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	21
5.1 SITUACIÓN GEOGRÁFICA	21
5.2 ÁREA PROTEGIDA LA CIÉNAGA	22
5.3 CLIMA	23
5.4 HIDROGRAFÍA	24
5.5 GEOMORFOLOGÍA	27
5.6 GEOLOGÍA	28
5.7 SUELOS	29
5.8 FAUNA	30
5.8.1 Vertebrados	30
5.8.2 Invertebrados	32
5.9 VEGETACIÓN	33
5.9.1 El Monte	33
5.9.2 Vegetación del Área Protegida La Ciénaga	34
5.9.3 La vegetación de la depresión del Río Bermejo	36
5.10 SITUACIÓN SOCIAL Y CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA	37
5.11 HISTORIA DE USO DE LOS BOSQUES	40
6. ESPECIES EN ESTUDIO	41
6.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES	41
6.2 IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE LOS ALGARROBOS	45
6.3 ESTRUCTURA FORESTAL Y DINÁMICA DE LOS ALGARROBALES	45
7. MATERIALES Y MÉTODOS	48
7.1 ELABORACIÓN DEL MAPA	48
7.2 DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO	49
7.3 INVENTARIO DASONÓMICO	50

7.4	ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN	51
7.5	CLASIFICACIÓN DEL ESTADO SANITARIO y FORMA DE LOS ÁRBOLES	52
7.6	ESTADO DE CONSERVACIÓN y CATEGORIZACIÓN DE LOS BOSQUES	53
7.7	ANÁLISIS DE LOS DATOS	54
8.	RESULTADOS	55
8.1	MAPA DE LOS BOSQUES	55
8.2	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS BOSQUES	60
8.3	ESTRUCTURA POBLACIONAL DE LOS BOSQUES	64
8.4	ALTURA y COBERTURA ARBÓREA	66
8.5	ESTADO SANITARIO Y FORMA.....	69
8.6	FUSTES	71
8.7	ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE TOCONES	73
8.8	ÁREA BASAL TOTAL.....	76
8.9	ANÁLISIS DE ORDENACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREOS.....	78
8.9.1	Análisis de distribución de frecuencia de diámetros basales.....	78
8.9.2	Análisis de la composición vegetal	79
8.10	ESTADO DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LOS ALGARROBALES.....	80
8.10.1	Signos de uso y degradación.....	80
8.10.2	Áreas prioritarias de conservación.....	84
9.	DISCUSIÓN	88
10.	CONCLUSIONES	93
11.	BIBLIOGRAFÍA	97
12.	ANEXOS	104

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Distribución de los sitios de muestreo en los bosques La Ciénaga, Cauces, Huaco y Monte Grande.	50
Tabla 2: Tabla resumen de las variables medidas en los bosques La Ciénaga, Cauces, Huaco y Monte Grande.	61
Tabla 3: Categorías de conservación actual y propuesta para los bosques La Ciénaga, Cauces, Huaco y Monte Grande.	85

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa del área de estudio.	22
Figura 2: Imagen satelital del Bosque La Ciénaga. Fuente Google Earth.	57
Figura 3: Imagen satelital del Bosque Cauces. Fuente Google Earth.	57
Figura 4: Imagen satelital del Bosque Huaco. Fuente Google Earth.	58
Figura 5: Imagen satelital del Bosque Monte Grande. Fuente Google Earth.	58
Figura 6: Mapa de bosques de la depresión del Río Bermejo.	59
Figura 7: Porcentaje de especies según forma de vida y porcentaje de cobertura por cada forma de vida, para los bosques La Ciénaga, Cauces, Huaco y Monte Grande.	63
Figura 8: Estructura diamétrica (cm) de los bosques La Ciénaga, Cauces, Huaco y Monte Grande.	66
Figura 9a: Distribución de frecuencias de las alturas (m) para todas las clases diamétricas de los bosques La Ciénaga y Cauces.	68
Figura 9b: Distribución de frecuencias de las alturas (m) para todas las clases diamétricas de los bosques Huaco y Monte Grande.	68
Figura 10: Proporción de árboles según estado sanitario y proporción de árboles según la forma para los bosques La Ciénaga, Cauces, Huaco y Monte Grande.	70
Figura 11: Porcentaje de árboles adultos según número de fustes para los bosques La Ciénaga, Cauces, Huaco y Monte Grande.	72
Figura 12: Estructura diamétrica de tocones (cm) de los bosques La Ciénaga, Cauces, Huaco y Monte Grande.	75
Figura 13: Ordenación de los sitios de muestreos según la estructura diamétrica.	78
Figura 14: Análisis de Componentes Principales según la composición vegetal para los sitios de muestreo de los bosques de <i>P. chilensis</i> y <i>P. flexuosa</i> .	80
Figura 15: Imagen satelital del pueblo de Huaco y del bosque aledaño. Fuente Google Earth, 2013.	82
Figura 16: Mapa de Bosque Nativo de la zona de estudio según las categorías de conservación.	87
Figura 17: Mapa de la Provincia Fitogeográfica del Monte, con datos de altura y área basal total para cuatro bosques del Monte: Pipanaco, Huaco, Telteca y Ñacuñán.	92

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Foto 1, 2, 3 y 4: Fotografías de los bosques La Ciénaga, Cauces, Huaco y Monte Grande.	61
Foto 5 y 6: Fotografías del Bosque Huaco.	81
Foto 7 y 8: Fotografías del Bosque Monte Grande.	83

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi Director, el Dr. Juan Agustín Álvarez por la confianza, apoyo, dedicación y por los conocimientos compartidos. Al Dr. Juan Facundo Rojas, por sus aportes y enseñanza en el trabajo con imágenes satelitales y Sistema de Información Geográfica.

A la Dra. Erica Cesca le agradezco por sus valiosos aportes y correcciones, y especialmente por su gran ayuda durante la finalización de este trabajo.

Al Dr. Pablo Villagra por su confianza, su guía y consejos.

A mis papás, Claudia y Andrés y a mis hermanos Eric, Nereo, Melanie y Anke por el cariño y apoyo de siempre, pero principalmente por el aguante!

A Federico, por su amor incondicional y por caminar conmigo este camino haciendo cada día más valioso!

A mis amigos, que llenaron esta etapa de alegría, cariño y risas. Gracias por los buenos momentos. A Romina principalmente, que siempre estuvo para escucharme!

A Erica, Pablo, Cecilia y Eugenia por toda la ayuda, los mates y ocasionalmente, por sus escritorios!

A la Subsecretaría de Conservación y Áreas Protegidas de San Juan, por todo el apoyo y colaboración para la realización de este proyecto.

A Irma, Alejandro, Cristina, Javier y Sergio del Área Protegida La Ciénaga, por la buena predisposición y ayuda.

A los profesores de Cs. Agrarias, que compartieron su sabiduría con solidaridad.

A la Secretaría de Extensión de la Facultad de Ciencias Agrarias, por la buena predisposición y por toda la ayuda otorgada para que esta Tesina pueda ser finalizada.

A los evaluadores, Martín Hadad, Juan Bustamante y Leandro Mastrantonio por su tiempo y buenos consejos.

Finalmente, gracias a todos los que hicieron posible este trabajo!

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ANB: Administración Nacional de Bosques

AP: Área Protegida

APN: Administración de Parques Nacionales

BIRF: Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento

BN: Bosque Nativo

CDB: Convención de la Diversidad Biológica

DAB: Diámetro del Área Basal

DEQ: Diámetro equivalente

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

GIB: Grupo Intergubernamental de Bosques

GPS: Sistema de posicionamiento global

INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

IUFRO: Unión Internacional de Organismos de Investigación Forestal

OTBN: Ordenamiento Territorial de Bosque Nativo

PBNyAP: Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas

SAGyP: Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca

SAyDS: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable

SIG: Sistema de información geográfica

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

RESUMEN

El ordenamiento forestal de los bosques del país es esencial para el manejo sostenible de los mismos. Para que esto sea posible, es necesario inventariar y conocer las características de los bosques nativos. En zonas áridas, donde las tasas de regeneración de los bosques son lentas, es necesario conocer la estructura forestal, estado sanitario, estado de conservación, etc. a la hora de proponer pautas de manejo. Bajo este marco se están llevando a cabo importantes estudios sobre los algarrobales del Monte, con resultados significativos para su conservación y ordenamiento. Este trabajo tiene como objetivo principal conocer la estructura y estado de conservación de los algarrobales de *Prosopis chilensis* y *Prosopis flexuosa* de la depresión del Río Bermejo, en el departamento de Jáchal (San Juan), aportando información de base para la conservación y manejo de estos bosques. Se efectuó un inventario que tuvo en cuenta parámetros dasonómicos, el estado de conservación y la forma de los árboles. Además, se generó un mapa de bosques, a través del procesamiento y clasificación de una imagen LANDSAT TM 5 (14/03/2005). A partir del mapeo, se obtuvieron cuatro tipos de bosques. Se realizó un Análisis de Componentes Principales, para verificar la separación entre sitios pertenecientes a los diferentes tipos de bosques y justificar dicha clasificación.

Se describieron dos algarrobales de *Prosopis chilensis* (La Ciénaga y Cauces) y dos algarrobales de *P. flexuosa* (Huaco y Monte Grande). Los bosques de *P. chilensis*, presentaron mayor diversidad de especies que los de *P. flexuosa* y se encontraron sobre los cauces de ríos temporales. El Bosque La Ciénaga (93,1 árboles ha⁻¹) presentó mayor densidad que el Bosque Cauces (30,6 árboles ha⁻¹), y mayor cantidad de renovales (clase de regeneración). La densidad del total del Bosque Huaco fue considerablemente mayor (420,1 árboles ha⁻¹) que el Bosque Monte Grande (82,5 árboles ha⁻¹). Estos dos, presentaron diferencias en densidad de renovales, porcentaje de cobertura de *Prosopis*, y demás parámetros analizados, siendo el Bosque Huaco un bosque con buen estado sanitario, buena regeneración y mayor porcentaje de cobertura, a diferencia del Bosque Monte Grande, un bosque con un estado sanitario pobre, muy baja regeneración y alto grado de disturbio. Los datos analizados en este estudio sugieren que debido a la estructura forestal de los bosques, no es posible la extracción de productos forestales de alto valor económico. En todos los bosques se encontraron signos de uso por parte de los pobladores locales, siendo el Bosque Monte Grande el de mayor presión de uso. Conocer la estructura forestal y demás variables es indispensable a la hora de proponer pautas de manejo. En base a los resultados obtenidos, se revisaron las categorías de conservación del inventario de Bosques Nativos de San Juan. Se propone recategorizar los Bosques La Ciénaga y Huaco.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, desde hace algunas décadas, los gobiernos de varios países trabajan sobre la situación de sus bosques y los organismos internacionales (FAO, GIB, IUFRO) concentran sus esfuerzos sobre las medidas institucionales y políticas de los países y las tendencias del sector forestal. El objetivo de estas medidas es generar informes fiables sobre esta temática y ayudar en la gestión de los recursos naturales. Sin embargo, la deforestación y la degradación de los bosques siguen siendo considerables en muchas regiones del mundo a pesar de los esfuerzos realizados en materia de protección y conservación (FAO, 2001). Luego de más de una década de experiencia, el manejo forestal sostenible ha resultado muy difícil para la mayoría de las sociedades (FAO, 2012).

El desafío al que se enfrenta el sector forestal desde hace unos años, consiste en satisfacer las necesidades de productos madereros y no madereros atendiendo al mismo tiempo la demanda de servicios ambientales y sociales que se esperan de los bosques (FAO, 1999). En la actualidad esto no ha cambiado, ya que los responsables del manejo de bosques privados y públicos se encuentran enfrentando estos desafíos, causados en parte por la expectativa y creencia pública de que los bosques proveen innumerables servicios y al mismo tiempo productos; estos servicios siempre se han tenido como garantidos y pobremente valorados. El manejo simultáneo de los bosques para madera, biodiversidad, secuestro de carbono, energía, calidad del agua, control de inundaciones, hábitat y recreación es, según Burger (2009), el desafío del siglo XXI.

De esta forma, los esfuerzos desplegados para alcanzar un equilibrio entre producción y protección y entre utilización y conservación dominan en gran medida el debate planteado en este momento en el sector forestal (FAO, 1999). Los ecosistemas

forestales proveen varios beneficios intangibles que son o ignorados o no captados por los mercados convencionales, sin embargo, existe evidencia a lo largo de distintos tipos de bosques y de distintos países y regiones del mundo que indican que esos beneficios son bastante significativos (Ninan y Inoue, 2013). Por lo que Dijk y Savenije (2009) suponen que el mayor reto para los países es la necesidad de hacer el uso de los bosques sustentable más competitivo y económicamente atractivo con el objetivo de atraer inversiones y el pago de los bienes y servicios producidos, asegurando un balance entre costos y beneficios del manejo sustentable. Así, las necesidades de sector forestal recaen en desarrollar información que ayude a promover relaciones sustentables entre los bosques y las personas, a través del reconocimiento de los bienes y servicios provistos por las tierras forestales (Deal y White, 2012). Además, reforzar la información sobre los servicios ambientales que menos atención han recibido (ciclado de nutrientes, polinización, purificación ambiental, etc.) (Ninan y Inoue, 2013), sobre los procesos de restauración de bosques, principalmente en zonas áridas y semiáridas (Newton y Tejedor, 2011) y actualizar los análisis sobre el estado de conservación de los bosques del mundo (Schmitt et al., 2009).

En los últimos años se ha dado especial atención a los cambios del uso del suelo y a la degradación en tierras áridas y semiáridas (Newton y Tejedor, 2011). Estas zonas son susceptibles a la degradación y a la desertificación debido a su limitada productividad primaria y a su lenta recuperación luego de un disturbio (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Las problemáticas asociadas a la degradación ambiental, son más intensas en zonas áridas y semiáridas (Geist y Lambin, 2004), las cuales cubren cerca del 30 % de la superficie de la Tierra y comprenden la mitad del área de los países en desarrollo (PNUD, 2004). A pesar de la aridez, estas zonas son de importancia global en cuanto a la biodiversidad, siendo los centros de origen de muchos cultivos y otras

especies económicamente importantes. Las comunidades rurales en zonas áridas y semiáridas, generalmente dependen en gran medida de los recursos forestales para su subsistencia, particularmente de leña y forraje. Sin embargo, en muchas zonas los bosques áridos han sido sujetos a prácticas del uso del suelo no sustentables, incluyendo la expansión de la presión ganadera sobre estos ecosistemas, la sobreexplotación (particularmente para leña), la conversión de las tierras a la agricultura y el rápido crecimiento de asentamientos urbanos. Estos procesos han resultado en impactos negativos sobre la biodiversidad, la fertilidad de los suelos y la disponibilidad de agua, y sobre la supervivencia de las comunidades locales (PNUD, 2004). Esta degradación presenta un desafío mayor para las políticas que pretenden incentivar y lograr un desarrollo sustentable. La conservación y restauración de los bosques de zonas áridas es una prioridad urgente, si los objetivos de estas políticas desean ser alcanzados (Newton y Tejedor, 2011).

La Convención de la Diversidad Biológica (CDB) y el Millenium Ecosystem Assessment (MEA, 2005) indican que las zonas secas sub-húmedas, semiáridas, áridas e hiperáridas, cubren aproximadamente el 41 % de la superficie de la tierras (más de 6 billones de ha) y están habitadas por más de dos billones de personas (aproximadamente un tercio de la población mundial). Además, se estima que el 18 % de las tierras áridas están cubiertas por bosques nativos. Los bosques de tierras áridas tienen un bajo potencial de producción de madera, aunque suministran una gama variada de productos madereros como madera, leña, postes, entre otros. (FAO, 2013) y no madereros como miel, frutos, raíces, gomas, ceras, resinas, aceites, forraje para ganado y fauna silvestre. Estos productos son de importancia vital para las poblaciones locales y prestan, además, importantes servicios ambientales como control de la desertificación, prevención de la erosión del suelo, regulación y conservación de los ciclos del agua y su calidad,

biodiversidad y hábitat para varias especies (FAO, 2013). El hecho de que los productos se recolecten básicamente para el consumo en el hogar o para su venta en los mercados locales lleva con frecuencia a subestimar su importancia y a concederles una atención insuficiente en las políticas y programas nacionales (FAO, 1999). Los bosques abiertos de las zonas áridas argentinas, se ubican principalmente en la región del Monte.

La Provincia Biogeográfica del Monte, es un desierto y semidesierto subtropical a templado cálido, ubicado al oeste de la Argentina. Se extiende desde la Provincia de Salta hasta Chubut, ocupando 460.000 km² (Morello, 1958; Cabrera, 1976). La comunidad vegetal más característica de este desierto, es un arbustal de especies de la familia Zygophyllaceae, y los bosques de *Prosopis* viven donde existe agua subterránea disponible (Morello, 1958). Estos, son bosques azonales caracterizados por un estrato arbóreo abierto dominados por especies del género *Prosopis*, especialmente *P. flexuosa* y *P. chilensis* (Roig, 1993; Villagra et al., 2004).

El territorio del Monte se estructura en oasis irrigados y tierras no irrigadas (Abraham et al., 2009), existiendo una fuerte presión de uso histórico y actual sobre los ecosistemas boscosos. Los algarrobales del Monte han sido explotados de manera no sustentable, principalmente durante el último siglo (Villagra et al., 2009). Los bosques de la región han sido utilizados con un criterio extractivo, sin tener en cuenta la tasa de regeneración de los recursos (Álvarez et al., 2006). A través de la historia del desierto del Monte, la acción conjunta de agentes naturales y antrópicos ha resultado en dinámicas complejas que llevan a esta región a un estado de desertificación de moderado a severo. Los principales disturbios han sido deforestación, sobrepastoreo y fuegos en las áreas no-irrigadas y el reemplazo de ecosistemas naturales por cultivos en los oasis. Las fuertes modificaciones de los regímenes de disturbios producidos por factores sociales, económicos, culturales y climáticos han determinados cambios dramáticos de la dinámica del ecosistema, lo que

en respuesta tiene consecuencias socio-económicas y determina los cambios del uso del suelo. En este contexto, el presente uso del suelo y estado de conservación del Monte es producto de las diferentes historias de disturbios de cada sitio (Villagra et al., 2009).

Por otro lado, la Convención de Diversidad Biológica considera las Áreas Protegidas como piedras angulares en la conservación de la biodiversidad (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2004) por lo que se podría decir que la superficie y la proporción de bosque nativo reservados bajo alguna forma de protección indican la importancia que la sociedad le da a la preservación del ecosistema boscoso. Esto resulta importante, ya que según Schmitt et al (2009), el 7,7 % del total de los bosques del mundo y el 13,1 % de los bosques templados secos, se encuentran incluidos dentro de las áreas protegidas más estrictas. En la Argentina, según el Programa Nacional de Criterios e Indicadores para el Proceso de Montreal- Dirección de Bosques, y en base a información de la Unidad de Monitoreo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF) y de la Administración de Parques Nacionales, la superficie de bosques nativos en áreas protegidas aumentó desde el año 1998, de un 3,19 % (1.000.000 ha) a un 3,88 % (1.200.000 ha) del total de bosque nativo. Según este organismo, el incremento en la superficie cubierta con bosque nativo se debió a la creación de nuevas áreas protegidas nacionales. Durante el período 2000-2001 se crearon dos áreas protegidas nacionales con una superficie de 132.000 hectáreas de las cuales el 81 % están cubiertas por bosque nativo. Además, a nivel provincial, San Juan dispone de 2.248.416 ha bajo distintas categorías de conservación, lo cual constituye aproximadamente al 22% del territorio (Sistema de Áreas Naturales Protegidas, 2009). Una de las nuevas áreas protegidas creadas recientemente es el Área Protegida La Ciénaga en San Juan (año 2005, Ley Provincial 7640), donde se lleva a cabo este trabajo.

En concordancia con los esfuerzos mundiales de conservación y manejo de bosques, localmente se están llevando a cabo importantes estudios sobre los algarrobales del Monte con resultados significativos para su conservación y ordenamiento. Desde los 80' hasta la fecha, se ha trabajado en diferentes áreas del conocimiento como ecología, genética, fisiología y productividad (Cavagnaro y Passera, 1993; Cony y Trione, 1996; Villagra, 1997, Villagra et al., 2005; Alvarez et al., 2011b), interacciones planta animal, distribución, disturbios, (; Vázquez et al., 2008; Vázquez et al., 2011; Villagra et al., 2009). Bajo este marco, y con el objetivo de proponer estrategias de manejo y recuperación de estos bosques, Villagra et al. (2005) han estudiado la estructura y productividad de los bosques de *Prosopis flexuosa* a lo largo de un gradiente latitudinal abarcando una gran parte del rango geográfico del Monte. Los resultados obtenidos por estos estudios han demostrado que como consecuencia de las diferentes condiciones a largo del gradiente, los bosques de Pipanaco (27°58'S, en Catamarca), Telteca (32°20'S, al Norte de Mendoza) y Ñacuñán (34°03'S, al Sur de Mendoza) muestran diferencias en la estructura poblacional y la productividad. Con el interés de aportar más datos a este trabajo, se propone el estudio de los bosques de La Ciénaga - Huaco (30°5'S, al Norte de San Juan), que por su ubicación geográfica, cabe esperar que sus valores de productividad sean acordes con los estudios previos.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El ordenamiento forestal de los bosques del país es esencial para el manejo sostenible de los mismos. Para que esto sea posible, es necesario inventariar y conocer las características de los bosques nativos de cada Provincia. Particularmente en San

Juan, estos esfuerzos se vienen realizando con mayor regularidad desde el año 2010, a partir de la Ley de Presupuestos Mínimos de Bosques Nativos, y como resultado, se generó un mapa e inventario de las superficies forestales de la Provincia (Anexo 1). Actualmente, San Juan tiene 1.745.401 ha de bosques nativos declarados dentro de las Provincias Biogeográficas del Monte y Chaqueña.

En la zona de estudio existen datos geológicos (Furque, 1976; Furque et al., 2003), sociales (Allub y Guzmán, 2000; Adamo, 2003, 2006), sobre desertificación (Pastrán et al., 2006), entre otros, así como una breve descripción de la vegetación y la cultura del Área Protegida La Ciénaga (Márquez et al., 2011). Sin embargo, es escasa la información básica de los ecosistemas boscosos: estructura poblacional o forestal, productividad y estado de conservación, entre otros aspectos.

Además de las variables antes mencionadas, es necesario tener en cuenta la historia de uso de los bosques, así como los disturbios a los cuales han sido sometidos. Dentro de las principales causas de degradación del bosque nativo de la zona, Adamo (2003) cita el sobrepastoreo, el uso como leña y carbón, el reemplazo de los bosques por cultivos (principalmente cebolla, forrajeras, cereales, alfalfa, olivos y membrillo) y otras especies vegetales exóticas (álamos y eucaliptus) en los oasis irrigados.

Conocer la estructura forestal y demás variables es indispensable a la hora de proponer pautas de manejo (FAO, 2001). No existen estudios específicos previos de la estructura forestal y estado de conservación de los bosques de esta región, por lo tanto, consideramos que este trabajo es un aporte necesario para la implementación de políticas de ordenamiento territorial que promuevan el uso sustentable de los ecosistemas boscosos de la zona. Otra contribución de este trabajo es la mejora y actualización del mapa de distribución de los bosques de *P. chilensis* y *P. flexuosa* en la depresión del Río Bermejo.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- 3.1.1 Conocer la estructura y estado de conservación de los algarrobales de *Prosopis chilensis* y *Prosopis flexuosa* de la depresión del Río Bermejo, departamento de Jáchal (San Juan), aportando información de base para la conservación y manejo sustentable de estos bosques.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 3.2.1 Realizar una recopilación bibliográfica sobre temáticas pertinentes a esta tesina y sobre datos ambientales e históricos del área de estudio.
- 3.2.2 Generar información útil para el manejo de bosques nativos en el Área Provincial Protegida La Ciénaga y otras áreas de interés de la depresión del Río Bermejo.
- 3.2.3 Aplicar herramientas de Sistemas de Información Geográfico (SIG), y generar un mapa de distribución del bosque nativo en el área de estudio.
- 3.2.4 Detectar y diferenciar unidades boscosas de la zona y describir la estructura de estas áreas boscosas.
- 3.2.5 Conocer el estado de conservación del bosque nativo en los sitios de estudio y detectar áreas prioritarias de conservación y recuperación de los algarrobales.
- 3.2.6 Recomendar pautas de manejo.

4. MARCO LEGAL

4.1 NORMATIVA INTERNACIONAL

Como respuesta al deterioro del estado de los bosques del mundo, han surgido en las últimas décadas distintos Programas y Convenios en la agenda política mundial, generando compromisos e iniciativas para promover la aplicación de la legislación ambiental y, particularmente la forestal. De estos, vale citar el *Convenio sobre Diversidad Biológica*, los *Criterios e Indicadores para la conservación y el manejo sustentable de los bosques templados y boreales del Proceso de Montreal*, la *Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación*, el *Proceso del Foro de Bosques de las Naciones Unidas*, la *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales del Departamento de Montes de la FAO*, la *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático* y el *Protocolo de Kyoto*, entre otros.

4.2 LEGISLACIÓN NACIONAL

A mediados del siglo XX muchos países reconocían que los bosques debían gestionarse con múltiples fines y no solo para producir madera. Entraron en vigor leyes que estipulaban los usos múltiples de los bosques, como la recreación, la conservación de la flora y fauna silvestres y el agua, además del uso de la madera (FAO 2012). La legislación nacional en materia de bosques nativos data de 1948, con la Ley de Defensa de la Riqueza Forestal N° 13.273, que incorporaba tempranamente la necesidad de preservar los valores tanto productivos como ecológicos de las masas boscosas, naturales o implantadas. Posterior a esta ley, se sancionaron distintas leyes con la intención de fomentar las inversiones en las actividades forestales, como la Ley 21.695

del año 1978 que establecía la posibilidad de acceder a un crédito fiscal para inversionistas forestales que realizaran tareas de forestación y/o reforestación. Luego, a partir de la Ley 4.857 del año 1997, se les otorgó a los inversionistas forestales, tanto para la actividad forestal como el aprovechamiento de bosques comprendidos en el régimen de la Ley 13.273, gozar de estabilidad fiscal por el término de treinta y tres años. Posteriormente, se sancionó la LN 25.080 del año 1998, de Inversiones para Bosques Cultivados.

La producción forestal ha sido objeto en los últimos decenios de una política que buscó su promoción por medio de diversos incentivos. Es así que con mayor o menor éxito se han practicado una multiplicidad de instrumentos de intervención, originariamente previstos en la Ley 13.273, sobre todo dirigidos a la forestación y reforestación: exenciones y desgravaciones impositivas, créditos preferenciales, crédito fiscal, subsidios y medidas de asistencia técnica y estructural (Bercovich, 2000).

No es hasta las últimas décadas que se comienza a trabajar en un concepto más integrado de manejo sustentable de bosques, y en el año 1995, la Argentina accede a un préstamo del Banco Mundial para la creación de dos Proyectos de gran relevancia: el Proyecto de Conservación de la Biodiversidad Argentina, implementado por la Administración de Parques Nacionales (APN); y el Proyecto de Bosque Nativo y Áreas Protegidas, implementado en forma conjunta por la APN y la Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS). Los objetivos principales del Proyecto de Bosque Nativo y Áreas Protegidas es lograr la conservación, restauración y el manejo sostenible de los bosques y las tierras con vocación forestal del país; y, alcanzar un fortalecimiento sustantivo de la Dirección de Bosques de la SAyDS del Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación. Como resultado del Proyecto de Bosque Nativos y Áreas Protegidas, se realizó el Primer Inventario Forestal, el cual tuvo gran relevancia en la instrumentación e

implementación de la Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de Bosques Nativos (LN 26.331/07).

Otro programa implementado en la Argentina que comenzó a entender la importancia social de los bosques nativos, es el Programa Social de Bosques (ProSoBo), que constituye una experiencia concreta llevada a cabo en la Argentina, en el desarrollo de proyectos de impacto local y regional a partir del establecimiento de instrumentos legales a tal fin (Gallardo Gallardo y Schmithüsen, 2005). El mismo fue creado mediante el Decreto Nacional 1332/02, por la SAyDS con objetivos de impulsar el desarrollo de actividades vinculadas al aprovechamiento sustentable de los bosques nativos, para evitar el desarraigo y migraciones a los centros urbanos a través de la creación de puestos genuinos de trabajo.

En el año 2007, se sancionó la LN 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de Bosques Nativos. Esta ley, establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los BN y de los servicios ambientales que éstos brindan a la sociedad. Asimismo, establece un régimen de fomento y criterios para la distribución de fondos por los servicios ambientales que brindan los BN. Y considera tanto los bosques de origen primario (sin intervención del hombre), como aquellos de origen secundario (post-desmonte), así como aquellos resultantes de una recomposición o restauración voluntarias.

Lo interesante de esta ley, es que prevé el ordenamiento sustentable de los bosques por parte de las provincias y las incentiva a inventariar sus bosques. Así, establece tres categorías de conservación (ver Anexo 2) y una serie de criterios de sustentabilidad ambiental, que permiten a través de un análisis ponderado de los mismos obtener una estimación del valor de conservación de un determinado sector. La definición de bosques

nativos según esta normativa es la siguiente: “a los ecosistemas forestales naturales compuestos predominantemente por especies arbóreas nativas maduras, con diversas especies de flora y fauna asociadas, en conjunto con el medio que las rodea -suelo, subsuelo, atmósfera, clima, recursos hídricos-, conformando una trama interdependiente con características propias y múltiples funciones, que en su estado natural le otorgan al sistema una condición de equilibrio dinámico y que brinda diversos servicios ambientales a la sociedad, además de los diversos recursos naturales con posibilidad de utilización económica”.

Dentro del sistema de Áreas Protegidas federales pertenecientes a la APN, los bosques, sean nativos o implantados, se regulan de acuerdo con las previsiones de la Ley de Parques Nacionales (N° 22.351/80). Dicho régimen legal prohíbe la explotación forestal y cualquier otro aprovechamiento de los recursos naturales en las categorías de Parque Nacional (Art. 5º, inc. d) y Monumento Natural (Art. 8). En las Reservas Nacionales, por su parte, “el aprovechamiento de los bosques y la reforestación”, es permitido previa autorización del organismo de aplicación. En 1994 se aprobó un Reglamento Forestal para los Parques Nacionales, Monumentos Naturales, y Reservas Nacionales de la región andino-patagónica. Además de las regulaciones para aprovechamiento forestal de especies nativas y exóticas y para extracción de leña, esta reglamentación es la primera de nivel nacional que establece un régimen detallado de autorizaciones y aforos para la extracción de productos no madereros del bosque nativo.

La Resolución 70/03 del COFEMA crea el Sistema Federal de Áreas Protegidas (SIFAP), abarcando todos los parques y reservas que existen en el país, creadas y administradas ya sea por organismos nacionales, provinciales o municipales, o por particulares o entidades intermedias.

4.3 LEGISLACIÓN PROVINCIAL

Las leyes en materia forestal sancionadas en la Provincia de San Juan, hacen referencia a la Ley Provincial 6.342 “Plan de Ahorro Forestal Voluntario”, del año 1993. Posteriormente, la LP 6.965, por la cual la Provincia de San Juan se adhiere en el año 1999 a la LN 25.080, de Inversiones de Bosques Cultivados y al Decreto Reglamentario 133/99, decretando al Ministerio de la Producción, Infraestructura y Medio Ambiente como el Organismo Provincial encargado de la aplicación de dicha ley.

La LP 7.751/04, establece un Plan de Incentivos para la Recuperación de Tierras Áridas Degradadas de la Provincia de San Juan, con la finalidad básica de generar, ampliar y mejorar las masas boscosas autóctonas de la Provincia, a partir de la revegetación de zonas degradadas con especies autóctonas fundamentalmente, de la creación de un recurso económico con la producción comercial de especies locales y del mejoramiento de las condiciones de estos ecosistemas áridos. Además, la ley recomienda el uso de las siguientes especies para la revegetación de zonas degradadas: *Prosopis flexuosa* (Algarrobo negro); *Prosopis chilensis* (Algarrobo blanco); *Geoffroea decorticans* (Chañar); *Bulnesia retama* (Retamo); *Opuntia ficus-indica* (Tuna); *Cercidium praecox* (Brea); *Larrea spp.* (Jarillas). Como autoridad de aplicación establece al Ministerio de Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente y como beneficiarios de este Plan de Incentivo de Forestación y Reforestación apunta tanto a propietarios de terrenos rurales ubicados en zonas afectadas; escuelas oficiales o privadas con orientación agrotécnica que soliciten su adhesión al Plan con lo cual cumplirán con el “Programa Forestal Educativo” (LP 6.654); como también a personas físicas o jurídicas que no cuenten con terrenos para reforestar a los cuales el Estado Provincial o, en su caso, Municipal, cede la concesión de terrenos fiscales que reúnan las condiciones de aridez y degradación de la

flora autóctona que serán utilizados solamente para la reforestación, explotación racional y mantenimiento de la flora autóctona.

En cuanto a manejo del fuego en zonas forestales, desde el 2005 la Provincia cuenta con la LP 7.655 de Regulación del fuego con fines agropecuarios, que tiene por objeto regular el uso del fuego mediante técnicas y normas que disminuyan los riesgos de incendios agropecuarios y forestales.

La LP 7.838/07, establece el Programa de Forestación de la Provincia de San Juan, con la finalidad de desarrollar proyectos y estrategias que fomenten la forestación en todo el territorio provincial, instituyéndola como Política de Estado permanente a través de la vinculación del Estado, las ONG y los habitantes promoviendo nuevas pautas culturales destinadas a la preservación, conservación, manejo y desarrollo del Arbolado Público Provincial; a recuperar el bosque nativo a fin de resguardar los ecosistemas provinciales de los procesos de desertificación, originados por la acción del hombre y a revalorizar el árbol, recuperando el concepto de arbolado público como bien social.

Por último, la LP 8.174/10, adhiere a la LN 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de BN. Esta ley provincial, tiene por finalidad promover la protección, el manejo sustentable y la restauración de los bosques nativos, armonizando el desarrollo económico, social y ambiental de la provincia, en beneficio de las generaciones actuales y futuras.

A partir de esta la misma, se crea el Programa Provincial de BN, que tiene como objetivos particulares: promover la conservación de los BN de Categoría I y los servicios ambientales que estos prestan, y para los BN de Categoría II y III, promover su manejo sustentable, garantizando su aprovechamiento. Lo interesante es que esta ley prevé no solo la protección y preservación de los mismos, sino también el apoyo económico y

financiero como la compensación de los propietarios de los bosques que mantengan los servicios ambientales que presta el bosque. Otros objetivos del Programa son: la creación del Vivero Provincial de especies nativas y/o el fortalecimiento de aquellos ya en funcionamiento, para la reforestación de áreas afectadas y en especial donde la degradación de suelos presenta situaciones de gravedad; y el desarrollo de un sistema de información actualizada sobre la superficie de bosque nativo, estado de conservación y control de cumplimiento de las gestiones propuestas; entre otros.

5. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

5.1 SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La Depresión del Río Bermejo se encuentra en el sector oriental de la provincia de San Juan extendiéndose desde el norte en el límite con la provincia de la Rioja, hasta el límite sur con Mendoza. Biogeográficamente, el área está comprendida en la provincia fitogeográfica del Monte (Cabrera, 1976) y es surcada por los ríos Guandacol en su sector norte y Bermejo hacia el sur. Administrativamente, la región está ubicada en el departamento de Jáchal, al norte de San Juan, siendo la localidad de Huaco la más cercana a los bosques estudiados (Figura 1). Esta ciudad se encuentra a una distancia de 35 km de la ciudad de San José de Jáchal (capital departamental) y a 160 de la capital provincial. En la zona se ubica el Área Natural Protegida La Ciénaga, entre los 30° 8' de latitud sur y los 68° 34' de longitud oeste y a 1286 m.s.n.m., que fue creada en el año 2005 y abarca una superficie de 9.600 hectáreas.

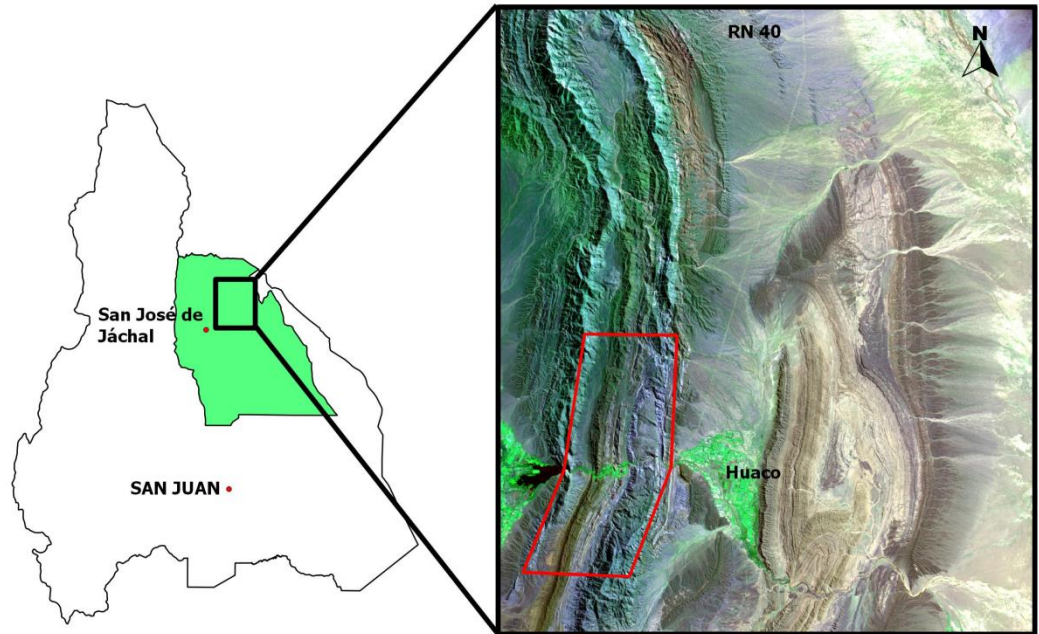


Figura 1: Mapa del Departamento de Jáchal en la Provincia de San Juan. En la imagen satelital se puede apreciar la ubicación relativa del área de estudio. El área delimitada en rojo señala el Área Protegida La Ciénaga.

5.2 ÁREA PROTEGIDA LA CIÉNAGA

En el año 2005, a partir de la Ley Provincial N° 7.640, se declara Área Natural Protegida a la localidad de “La Ciénaga”, del Departamento Jáchal, comprendida en los siguientes límites: al Oeste, el Dique Los Cauquenes y Cerro El Perico; al Este la Cuesta Colorada – Represa del Río Huaco; al Norte, el Alto Las Azucenas y al Sur, las torres del Portezuelo o los Llanos amarillos. La reserva abarca un área de superficie cubierta de 9.600 ha, aproximadamente (Figura 1). Según esta ley, esta reserva es creada con el objetivo de preservar el valor geológico y arqueológico, el equilibrio ecológico zonal y el patrimonio cultural de la zona; así como también brindar un área para actividades recreativas en un medio natural.

El valor geológico y arqueológico confiere a la zona características inestimables, así como su riqueza de paisajística, como patrimonio natural y cultural. Además, la riqueza de la flora alberga y protege una gran variedad de aves.

5.3 CLIMA

La provincia de San Juan está incluida en la gran Diagonal Árida Sudamericana, la que se prolonga desde el norte del Perú (5° latitud sur) hasta el estrecho de Magallanes (52° latitud sur) abarcando la mayor parte del oeste argentino, a sotavento de la Cordillera de Los Andes (Pereyra, 1993). En términos de vida humana y agricultura, el principal factor limitante es la disponibilidad de agua, de tal forma que la agricultura no es posible sin irrigación. Las precipitaciones son escasas, al igual que los ríos permanentes. La calidad del suelo no es óptima, debido principalmente a las condiciones climáticas (Adamo, 2003).

El clima corresponde al tipo desértico (BW) subvariedad Bwwka (K: temperatura media anual menor de 18°C y la media del mes más caluroso superior a 18°C; a: temperatura del mes más cálido que es superior a 22°C). Esta subvariedad tiene una amplia distribución en la provincia de San Juan con precipitaciones medias anuales entre 100-200 mm anuales concentradas en el periodo estival (Pereyra, 2000), cubriendo hacia el oeste la mayor parte del territorio sanjuanino generalmente entre los 800 y 1.800 m.s.n.m. Donde se ubican los principales oasis productivos de la provincia de San Juan. Por efecto latitudinal de la distribución de la temperatura esta subvariedad desértica penetra en el valle de Iglesia por la quebrada del río Jáchal (Pereyra, 1993), correspondiéndose al clima de la Depresión del Río Bermejo.

Las épocas de lluvias corresponden a los meses de diciembre a marzo y las precipitaciones nivales, se producen durante los meses de invierno solamente en las serranías altas de los cerros Alumbre, Alto de Mayo y Blanco. Estas nieves duran poco tiempo, no alcanzando a permanecer más de cinco meses. Se nota una acentuada tendencia a la disminución del volumen de lluvia, desde el este hacia el oeste-noroeste, esto se debe principalmente, no a una mayor desertización, en dicha dirección, sino al hecho de que en dicha zona aumenta sensiblemente el volumen de las precipitaciones nivales. Así es como se aprecia que la humedad relativa ambiente disminuye desde el oeste hacia el este. El mayor índice de aridez lo encontramos en la zona de Huaco (Furque, 1979).

Dos son los vientos dominantes en el norte de San Juan. El más importante es el Zonda, que se inicia en la región cordillerana, como un viento proveniente del oeste que, al llegar a la Precordillera, se encauza en los valles longitudinales. El otro viento dominante es el viento sur, que se produce con motivo del avance de los frentes fríos provenientes de la Patagonia.

5.4 HIDROGRAFÍA

En el área de estudio encontramos dos cuencas principales: la cuenca del río Jáchal y la cuenca del río Vinchina-Bermejo, pertenecientes al Sistema Río Colorado (Subsecretaría de Recursos Hídricos, 2002). También encontramos al río Huaco, de menor caudal que los anteriores.

La cuenca del río Jáchal se localiza en el sector centro-norte de la provincia de San Juan; traspasa el límite interprovincial y abarca sectores menores del noroeste de La Rioja y del sur de Catamarca. El río Jáchal nace en la Cordillera del Límite, con el nombre

de Salado, en la latitud 27°35' S. Este presenta un régimen nival de primavera-verano y escurre por altiplanicies de más de 4.000 m de altura, recibiendo a numerosos afluentes por la margen derecha, como el río Blanco. La cuenca posee una superficie aproximada de 34.600 km² y forma parte del Sistema Río Colorado (Subsecretaría de Recursos Hídricos, 2002), y según Miranda et al. (2010) es la cuenca con el segundo volumen más importante de la provincia de San Juan.

El río Huaco que se forma con numerosas vertientes, tiene su desarrollo en la entrada de la quebrada homónima, donde atraviesa esa porción de la Precordillera, en dirección oeste-este. Las caídas que concurren a dicha entrada, nacen en los cerros Huachi y Negro, determinando una llanura de inundación, con sus aportes estivales, es decir, en épocas de crecientes. Este río es totalmente alóctono, pues no recibe ningún afluente en su recorrido, y solo aumenta un poco su volumen con las vertientes de Agua Hedionda. Existe un dique sobre el río Huaco, el Dique Los Cauquenes (30°8'51.66" de latitud Sur y 68°37'18.75" de longitud Oeste) que embalsa las aguas de las vertientes que le dan origen, así como a las crecientes anuales, provenientes de la región de Panacán. Es utilizado para la provisión de agua potable a las poblaciones de La Ciénaga y de Huaco, y para el cultivo de unas pocas hectáreas (Furque, 1979).

La cuenca del río Vinchina-Bermejo ocupa el sector occidental de la provincia de La Rioja, una angosta franja del este de San Juan y sectores menores del SO de Catamarca y NO de San Luis. La unidad hídrica se configura a partir del eje principal determinado por los ríos Bermejo o Vinchina (denominación del río en La Rioja), por un lado, y Bermejo, por otro, siendo el primero tributario de éste último. Las nacientes del río Bermejo no alcanzan la Cordillera del Límite pero tiene sus fuentes en los nevados en los cerros Pissis, Nacimiento del Jagüé, Bonete Grande y Bonete Chico, donde es alimentado por la fusión de las nieves dando origen al río Bermejo o Vinchina (Atlas Total, 1982). La cuenca

posee una superficie aproximada de 35.456 km² y forma parte del Sistema Colorado (Subsecretaría de Recursos Hídricos, 2002).

El Río Vinchina-Bermejo tiene un régimen nival de primavera-verano, con grandes oscilaciones de caudal (Atlas Total, 1982). A lo largo de todo el curso sus aguas son aprovechadas para riego y el río se extingue al pasar por cada localidad, pero aguas abajo reaparece por las vertientes que brotan en el lecho arenoso, alimentadas por las infiltraciones que se suceden aguas arriba. Su caudal no ha superado los 2 m³/seg ni aun en las grandes crecidas. Ocasionalmente, recibe aportes del río de Huaco que baja de la Precordillera (Subsecretaría de Recursos Hídricos, 2002).

El valle de Jáchal tiene 21.746 ha con derecho a riego (Departamento de Hidráulica, 2007) y la distribución del agua se organiza en tres cuencas. Dos son pequeñas y tienen escasa superficie cultivada: cuenca Huaco-La Ciénaga y cuenca Agua Negra, con 1.651 ha y 1673 ha con derecho a riego, respectivamente (Miranda y Degiorgis, 2006). La otra cuenca es la de Jáchal, tiene 18.422 ha con derecho a riego y utiliza recursos hídricos del río homónimo (Departamento de Hidráulica, 2007).

En cuanto a la hidrogeología, según Pastrán et al. (2006), la cuenca de agua subterránea se desarrolla en la Depresión Tectónica del Bermejo teniendo por límites: hacia el este las estribaciones de la vertiente occidental de la sierra de Valle Fértil y al oeste la vertiente oriental de la sección norte de la sierra de Móquina, mientras que tanto al norte como hacia el sur la cuenca es abierta.

Esta Depresión está rellena por una potente secuencia de rocas sedimentarias de edad terciaria integrada por areniscas, arcilitas, limolitas, con participación de sales evaporíticas; este complejo rocoso desde el punto de vista hidrogeológico es considerado como parte del basamento impermeable. Por encima aparecen conglomerados algo

diagenizados matriz-soportados, en parte cementados con clastos medios a grandes constituidos por rocas provenientes de cordillera y en menor proporción de precordillera. Le continúan en edad decreciente, sedimentos pocos consolidados de edad cuaternaria, gradantes desde grava gruesa hasta el tamaño arena y limo. Su disposición y granometría, tanto en superficie como en subsuelo, varían según su posición topográfica, pendiente, grado o energía de transporte. En subsuelo y en conjunto con la sección superior de las rocas terciarias (complejo conglomerádico) constituyen los terrenos que contienen los acuíferos de la zona (Pastrán et al., 2006).

Según Pastrán et al. (2006), en la cuenca de agua subterránea se encuentran acuíferos superficiales explotados por los pobladores mediante los denominados pozos baldes con niveles promedio de profundidad del agua subterránea en el orden de los 10 hasta 20 m y, estos son de características libres (agua a presión atmosférica). Por debajo, se desarrolla un complejo acuífero muy heterogéneo de comportamiento confinado a semiconfinado (niveles sometidos a presión hidráulica de allí que sean ascendentes). Lo expuesto es válido principalmente para el sector occidental de la cuenca, ya que se desconoce lo que ocurre respecto a la presencia y calidad de los acuíferos en la porción centro oriental.

5.5 GEOMORFOLOGÍA

El paisaje de la región es principalmente el resultado de la tectónica de corrimientos que produjo el ascenso de las mayores serranías de la región. Las acciones fluvial, aluvial y eólica producidas en general en condiciones de clima desértico, con grandes variaciones térmicas diarias y estacionales, son responsables del modelado de las tres grandes áreas que involucra la región (Ver Anexo 3). Estas son, de este a oeste: las

Sierras Pampeanas Occidentales, el valle del Río Bermejo y las Precordilleras Oriental y Central (Furque et al., 2003).

En la vertiente occidental de las Sierras Pampeanas se distingue como elemento principal la Sierra de Valle Fértil. En la Precordillera Oriental, cuyas sierras más importantes son las de Huaco y de Mogna, está separada de la Central por el Valle de Huaco. En el ámbito de la Precordillera Central se destacan los cordones Alto de Mayo (Cerro Alumbre), La Trampa, Talacasto y un grupo de serranías que se ubican inmediatamente al oeste de Huaco. Las principales depresiones de la zona son las pampas del Chañar, al norte y de Gualilán, al sur (Furque et al., 2003).

5.6 GEOLOGÍA (elaborado por Pastrán et al., 2006)

La Provincia Geológica de Sierras Pampeanas Noroccidentales está conformada por distintos complejos litológicos en los que resaltan las rocas metamórficas y granitoideas asociadas, pertenecientes al Complejo Valle Fértil, datado como Proterozoico Superior; también aparecen rocas sedimentarias del Paleozoico Superior (Formación Guandacol), del Mesozoico representadas por estratos del Triásico, Formación Talampaya y Grupo Agua de la Peña como terrenos principales.

La Precordillera se encuentra conformada por afloramientos de rocas del Paleozoico Superior entre las que destacan las asignadas al Carbonífero (Formaciones Volcán y Panacán) y al Pérmico (Formación Ojo de Agua). Sobrepuestas aparece un complejo sedimentario del Cenozoico de amplia distribución superficial e importante espesor. Entre las unidades principales se reconocen los Grupos Río Huaco (Paleógeno-Oligoceno) y Pontón Grande (Mioceno); coronando a todas ellas aparece la formación Mogna del

Pioceno. Todo el territorio aparece cubierto total o parcialmente por distintos cuerpos sedimentarios del Pleistoceno (depósitos aluviales antiguos) y del Holoceno que rellenan la Depresión del Río Bermejo (Ver Anexo 3).

5.6.1 Sitio de interés geológico: Anticlinal de Agua Hedionda

Esta estructura anticlinal, ubicada en la Reserva Provincial La Ciénaga, al norte del Río Huaco, contiene en su núcleo a calizas ordovícicas de la Formación San Juan, mientras que los limbos son de sedimentitas carbonífero-pérmicas y néogenas. La asimetría de sus flancos y su geometría tipo kink, sugieren su origen como un pliegue de propagación de falla. El camino que conecta las localidades de Huaco y San José de Jáchal permite recorrer esta estructura en dirección latitudinal y apreciar no solo los elementos geométricos de este pliegue sino también la estratigrafía de la comarca (Furque et al., 2003).

5.7 SUELOS

Los suelos presentes en el área de estudio están representados por Torriortent típico en el valle del Río Bermejo y por Torrifluent típico en el ambiente pedemontano (Regairaz, 2000).

En una descripción litológica del área, Pastrán et al. (2006) exponen que el piedemonte está constituido por gravas gruesas a finas, arenas gruesas a finas en el sector proximal y medio, con dominio de arena, limos y arcillas en el sector distal. Por su composición litológica, el piedemonte proximal y medio se comportan como área principal de infiltración de agua. El drenaje se presenta anastomosado con cauces fluviales de escaso desarrollo, donde no se observan signos de erosión hídrica intensa.

La mayor parte del área está ocupada por serranías, conos de deyección, conos aluviales, de características desérticas donde no se alcanzó a desarrollar ningún tipo de suelo fértil. Además se presentan terrazas y pampa aluviales, donde se realizan cultivos (Furque, 1979).

5.8 FAUNA

A continuación se detallan las especies animales presentes en el área de estudio. Las listas de especies de vertebrados e invertebrados se elaboraron en base a información bibliográfica disponible, principalmente para la región del Monte y para el Parque Nacional Ischigualasto por su cercanía a la zona de estudio.

5.8.1 Vertebrados

5.8.1.1 Aves

Rundel et al. (2007) citan para el Monte 235 especies de aves de las cuales 25 son endémicas. Para nuestra zona de estudio, nombramos solo algunas de las especies citadas por Acosta y Murúa (2001): *Geranoaetus melanoleucus australis*, “águila mora”; *Polyborus plancus*, “carancho”; *Milvago chimango*, “chimango”; *Spizapteryx circumcinctus*; *Falco sparverius*; *Falco peregrinus*; *Vultur gryphus*, “cóndor andino”; *Cathartes aura* y *Coragyps atratus*, “jotes”; *Melanerpes cactorum*, “carpintero del cardón”; *Colaptes melanolaimus*, “carpintero real común”; *Furnarius rufus*, “hornero”; *Asthenes baeri*, “canastero chaqueño”; *Asthenes steinbachi*, “canastero castaño”; *Zenaida auriculata*, “torcaza”; *Columbina picui*, “torcacita común”; *Eudromia elagans riojana*, “martineta”; *Zonotrichia capensis* “chingolo”; *Saltator aurantirostris nasica*, “pepitero de collar”; *Rhea americana*, “ñandú”; entre otras.

5.8.1.2 Mamíferos

Para nuestra área de estudio, citamos las siguientes especies de mamíferos, pertenecientes a la Provincia Biogeográfica del Monte: representantes del Orden Xenarthra como el “piche”, *Zaedyus pichiy*, y el “peludito” o “piche llorón”, *Chaetophractus vellerosus* (Acosta y Murúa, 1999; Canevari y Vaccaro, 2007). Dentro de los carnívoros encontramos a los felinos: “gato del pajonal” *Lynchailurus pajeros*, “gato montés” *Oncifelis geoffroyi*, y el “puma” *Puma concolor*. De la familia canidae encontramos al “zorro gris”, *Lycalopex gymnocercus* (Acosta y Murúa, 1999; Canevari y Vaccaro, 2007) y al “zorro colorado” *Lycalopex culpaeus* (Rundel et al., 2007; Canevari y Vaccaro, 2007). Los roedores están representados por la “mara” *Dolichotys patagonum*, el “chinchillón común” o “vizcachón” *Lagidium viscacia* y el “cuis chico” *Microcavia australis*. La “rata cola de pincel” *Octomys mimax* y la “rata vizcacha” *Tympanoctomys barrerae*, son citadas como endémicas (Acosta y Murúa, 2000; Ojeda et al., 2002). Del orden lagomorpha solo hallamos a la “liebre europea” *Lepus europaeus* (Acosta y Murúa, 1999). De los camélidos, encontramos el “guanaco” *Lama guanicoe*, especie que presenta una gran distribución a lo largo de nuestro país (Acosta y Murúa, 1999).

No existen referencias acerca de las especies y la distribución de quirópteros en la zona de estudio.

5.8.1.3 Reptiles

La herpetofauna del área de estudio corresponde a una fauna asociada de reptiles característica de la Provincia Biogeográfica del Monte, en conjunto con algunas especies de amplia distribución. Algunas de las especies encontradas y citadas para esta zona son las siguientes: una especie de tortuga: la tortuga terrestre *Chelonoidis chilensis*; trece especies de saurios: *Leiosaurus catamarcensis*; *Pristidactylus fasciatus*; *Liolaemus*

wiegmann; *Liolaemus cuyanus*; *Liolaemus riojanus*; *Liolaemus darwini*; *Liolaemus anomalus*; *Liolaemus pseudoanomalus*; *Homonota borelli*; *Homonota underwoodi*; *Homonota fasciata*; *Cnemidophorus longicaudus* y *Teius teyou*; y cinco ofidios: *Philodryas trilineatus*; *Waglerophis merremii*; *Micrurus pyrrhocryptus*; *Bothrops ammodytoides* y *Bothrops neuwiedi diporus* (Acosta y Murúa, 1998).

5.8.1.4 Anfibios

En los anfibios encontramos al “sapo común” *Bufo arenarum*, la “ranita” *Pleurodema nebulosa* y otros anuros como *Bufo spinulosus* y el “escuercito” *Odontophrynus occidentalis* (Acosta y Murúa, 1999).

5.8.2 Invertebrados

La información disponible acerca de la entomofauna del Monte es escasa o se limita a grupos en particular, sin poder llegar a un conocimiento más generalizado. Por la ubicación geográfica del área de estudio del presente trabajo, podemos inferir que la entomofauna se corresponde con el área central del Monte según Roig-Juñent et al., (2001), para esta distribución. Así, describen y citan las siguientes especies como endémicas:

Curculionidae: *Enoplopactus lizeri*; *E. sanjuaninus*.

Scarabeidae: *Glyphoderus sterquilinus*.

Tenebrionidae: *Calymmophorus cucullatus*; *Emmallodera perlifera*; *Entomoderes satanicus*; *Epipedonota laevisulcata*; *Nyctelia alutacea*; *N. explanata*; *N. subsulcata*; *Pectinepitragus pubescens*; *Pimelosomus willinki*; *Platyholmus diversecostatus*; *Psectrascelis nitida*; *P. vestita*; *Scotobius wittmeri*; *Thylacoderes seminulum*, *T. sphaericus*.

5.9 VEGETACIÓN

5.9.1 El Monte

El área de estudio pertenece a la Provincia Fitogeográfica del Monte. Este desierto se localiza en el oeste de Argentina, desde los 24°35'S en la provincia de Salta a los 44°20'S en la provincia de Chubut, y desde los 62°54'W a los 69°5'W, abarcando una extensa área de 460.000 km². El clima del Monte es semiárido a árido, con una media anual de precipitación inferior a 350 mm (Morello, 1958; Cabrera, 1976).

En cuanto a su fisionomía, el Monte es un mosaico de dos tipos de vegetación, las estepas arbustivas, que son el tipo de vegetación dominante, y, los algarrobales abiertos de *Prosopis*, que se dan exclusivamente donde las napas freáticas están disponibles. Por su composición florística, se caracteriza por estar dominado por especies de Zygothylaceae, como *Larrea*, *Bulnesia* y *Plectocarpa* en las estepas arbustivas. Existen otras estepas arbustivas, las cuales están determinadas por factores edáficos (Rundel et al., 2007).

Las estepas arbustivas de *Larrea*, son las comunidades dominantes en el Monte. En estas, *Larrea divaricata* y *L. cuneifolia*, son las especies dominantes y son acompañadas por *Montea aphylla*, *Bougainvillea spinosa*, *Zuccagnia punctata*, *Prosopidastrum globosum*, *Bulnesia retama*, y *Cercidium praecox*, y por un estrato herbáceo dominado por *Pappophorum caespitosum*, *Trichloris crinita*, y *Setaria mendocina*. Los bosques abiertos de *Prosopis*, son algarrobales de *P. flexuosa* y *P. chilensis* principalmente, que pueden estar juntos o no, ya que *P. chilensis* es encontrado cerca de cauces mientras que *P. flexuosa* ocupa las planicies. Las comunidades halófitas, son estepas arbustivas de ambientes salinos donde es posible encontrar especies como *Heterostachys ritteriana* asociado con *Plectocarpa tetracantha*; *Allenrolfea vaginata* asociado con *Cyclolepis genistoides*, *Atriplex vulgatissima*, *Prosopis alpataco*, y *P. strombulifera*; o estepas de

Suaeda divaricata, asociado con especies de *Atriplex*. Otras comunidades que pueden encontrarse en el Monte, son las de las llanuras de inundación o las de laderas rocosas (Rundel et al., 2007).

Comparativamente con otros bosques argentinos y por sus características ecológicas, los algarrobales del Monte presentarían bajos índices de diversidad y, desde un punto de vista económico, una menor cantidad de recursos naturales. Sin embargo, su estudio, conservación y el correcto manejo del mismo son de suma importancia (Villagra et al., 2004).

Debido a las características geomorfológicas y a los distintos procesos morfodinámicos que operan en cada zona, se realiza una descripción y síntesis de la vegetación del Área Protegida La Ciénaga (punto 5.9.2) por un lado y de la cuenca del Río Bermejo (punto 5.9.3), por otro.

5.9.2 Vegetación del Área Protegida La Ciénaga

Las comunidades vegetales del Área Protegida La Ciénaga han sido descritas por Márquez et al. (2011), que encuentran para la zona elementos propios de la Provincia del Monte y algunos elementos de la Provincia de la Prepuna. En este trabajo describen tres comunidades vegetales principales: el jarillal, el algarrobal y el chaguaral:

La comunidad del jarillal (*Zuccagnia punctata*- *Larrea cuneifolia*)

La comunidad del jarillal, constituye la comunidad más extensa de la reserva, conformada por matorrales semicerrados de entre 1,5-2 m de altura en las bajadas pedemontanas y laderas de las serranías de la zona.

Las especies presentes en esta comunidad están representadas por *Zuccagnia punctata* (jarrilla macho), *Prosopis torquata* (tintitaco) y *Larrea cuneifolia* (jarilla), como especies dominantes. De las leñosas encontramos *Senna rigida* (guaza), *Acacia furcatispina* (garabato), *Monttea aphylla* (ala de loro), *Lippia integrifolia* (incayuyo), *Ximenia americana* (pata o albaricoque) y *Flourenzia campestris* (maravilla). El estrato herbáceo está conformado por *Pappophorum caespitosum* (pasto amargo), *Stipa plumosa*, *Digitaria californica* (pasto plateado) y *Stipa ichu* (coirón). De las cactáceas descritas son *Opuntia sulphurea* (penca), *Trichocereus strigosus* (cardoncito), *Echinopsis leucantha*, *Cereus aethiops* y *Trichocereus candicans* (penca). Y en las zonas más salinas, el jarillal se vuelve más abierto y aparecen especies halófilas como *Tricomaria usillo* (usillo), *Cyclolepis genistoides* (palo azul) y *Atriplex lithophila* (zampa).

La comunidad del algarrobal (*Prosopis chilensis*- *Prosopis torquata*)

Esta comunidad, representada por un bosque abierto de *Prosopis chilensis* (algarrobo blanco) de gran porte, se extiende a lo largo de los cauces temporarios. En el estrato arbustivo se encuentra *Larrea divaricata* (jarilla), *Schinus fasciculata* (molle), *Prosopis torquata*, *Proustia cuneifolia* (fiamate), *Baccharis salicifolia* (chilca), *Flourenzia campestris* y *Cercidium praecox ssp. glauca* (brea), *Senna rigida*, *Senecio guillessianum*, entre otras. Y el estrato herbáceo está conformado por *Nama undulatum*, *Stipa ichu*, *Nicotina acuminata*, *Eragrostis cilianensis*, *Parthenium hysterophorus*, *Panicum urvilleanum* (tupe).

La comunidad del chaguaral (*Deuterocohnia longipetala*- *Dyckia velascana*)

Esta comunidad se desarrolla en las laderas escarpadas y afloramientos rocosos de exposición oeste y norte. La especie dominante es *Deuterocohnia longipetala* (chaguar chico) y se encuentra acompañada frecuentemente por *Dyckia velascana* en los derrubios de la base de las laderas. En los afloramientos rocosos de exposición sur y a mayor

altitud, se encuentra *Puya vervoorstii* (chaguar blanco). Entre los arbustos que acompañan a las bromeliáceas, son descritas *Acacia furcatispina*, *Lippia integrifolia*, *Hyaloseris cinérea*, *Aloysia gratissima*, *Lysium tenuiespinosum* (pinchagua), *Larrea cuneifolia* y *Zuccagnia punctata*, entre otras. Entre las cactáceas es posible encontrar los cardones *Trichocereus candicans* y *Trichocereus strigosus* y aparece *Opuntia sulphurea* y *Denmoza rhodacantha* (cardón colorado). Y en cuanto al estrato herbáceo, este se encuentra representado por *Mentzelia paviflora*, *Allionia incarnata*, *Pappophorum caespitosum*, *Aristida mendocina*, *Digitaria californica*, *Setaria mendocina* (cola de zorro), *Stipa ichu* y *Aristida adsencionis* (flechilla).

5.9.3 La vegetación de la depresión del Río Bermejo

La vegetación de la depresión del Río Bermejo ha sido explicada por Pastrán et al. (2006), diferenciando las comunidades vegetales del piedemonte (al oeste de las Sierras de Huaco y Mogna, y al este de la Sierra de Valle Fértil) y las comunidades vegetales de la planicie aluvial (Valle del Río Bermejo, entre las sierras descritas para el pedemonte).

El piedemonte presenta como comunidad propia de los suelos pedregosos de origen fluvial un jarillal de *Larrea divaricata* de 2 m de altura y una cobertura del 10-20 %, con emergentes de *Prosopis flexuosa*. Forman parte de este arbustal otras especies acompañantes como *Cercidium praecox*, *Ximenia americana*, *Senna aphylla*. De las cactáceas encontramos *Tephrocactus aerocanthus*.

En algunas zonas del pedemonte, procesos eólicos han dado lugar al reemplazo de esta comunidad del jarillal por un retamal-zampal constituido por *Bulnesia retama* y *Atriplex spegazzini*, como especies dominantes, acompañadas por *Tricomaria usillo*, *Sueada divaricata* (vidriera), entre otras.

La planicie aluvional se presenta actualmente como un matorral abierto de *Suaeda divaricata* con coberturas del 5 %, con la presencia de *Capparis atamisquea* (atamisque) como testimonio del antiguo algarrobal que fue reemplazado por esta comunidad actual, según Pastrán et al (2006), debido a la fuerte presión por deforestación que sufrió la región. En las áreas más salinas se destaca *Allenrolfea vaginata* (jume).

5.10 SITUACIÓN SOCIAL Y CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

El área de estudio se encuentra en el Departamento de Jáchal, al norte de la provincia de San Juan. Según el INDEC, la población del departamento en el 2010 era de 21.730 habitantes (1,47 hab/km²). La mayor parte de la población se encuentra en el centro urbano más importante del área, que es la capital del departamento, San José de Jáchal. El resto de la población se distribuye en poblados menores como Niquivil (al sur de San José de Jáchal), Huaco, La Ciénaga y en puestos rurales.

Las actividades económicas de la región han sufrido diferentes procesos y transformaciones a lo largo de la historia, que Adamo (2003) resume a continuación. Durante la segunda mitad a finales del siglo XVIII, el departamento atravesó un periodo minero, manteniendo una ubicación estratégica ya que comunicaba los caminos hacia el norte de Chile y Bolivia (zonas mineras) con Buenos Aires. Posteriormente, hubo una relocalización de las rutas de comercio, y Jáchal atravesó su primera decadencia. Luego, durante el siglo XIX, la alfalfa se convierte en un elemento importante para la ganadería en zonas irrigadas que caracterizó la economía del oeste de Argentina, lo cual se hizo muy evidente en la zona, ya que hubo una gran expansión de campos de alfalfa. Durante

ese periodo, surgió la industria local de harina y su comercio, con la expansión de los campos de trigo y la instalación de molinos harineros (que aún se conservan en la zona).

Posteriormente, ya a finales del siglo 19, el comercio de ganado y alfalfa comenzó a declinar, así como los cultivos de trigo y la industria de harina. Esto se dio principalmente por un aumento en la competencia en otras regiones del país y, por la sanción de una ley que regulaba el comercio de ganado con Chile. Dicha ley, dispuso que el comercio debía pasar por el Paso Las Cuevas en Mendoza, haciendo que la ubicación de Jáchal no fuera más una ventaja para el comercio.

El próximo fue un período de agricultura intensiva que dura hasta la actualidad. Durante la década de 1940 la actividad económica en el departamento cambió dramáticamente a una agricultura intensiva y de riego, principalmente de vegetales centrada en cebollas y tomates. Además, para esa fecha, la industria de harina desapareció completamente. La economía de Jáchal atravesó grandes cambios: de una economía basada en el trigo, en pasturas irrigadas, ganado en corral de engorde o feedlots para exportar a Chile, el departamento se desplazó a una economía fuertemente dependiente de la horticultura, principalmente cebolla, tomate y ajo, con marcados problemas de marketing y competencia con otras regiones productivas.

Actualmente, Jáchal se caracteriza por ser una zona económicamente deprimida. El sector primario todavía es dominante, basado en la agricultura de riego bajo una crisis estructural de monocultivo de cebolla. Además de cebolla, se incluyen tomates, otros vegetales, forrajeras, cereales, alfalfa, olivos, membrillo, y trigo y maíz en las agriculturas de subsistencia (chacra). Sin embargo, es uno de los principales oasis productivos de San Juan.

Aparte de la agricultura, otros sectores de empleo son la administración pública (a nivel municipal, provincial y nacional) y el comercio, particularmente minorista). También se da la actividad minera, ya que la zona cuenta con valiosos recursos minerales (calcita en Niquivil, oro en El Morado, cobre, carbón y uranio en Huaco, y caliza en Jáchal) (Furque, 2003).

Debido a sus características como oasis productivo de la provincia, Jáchal se encuentra comunicada con el resto de la provincia a través de la Ruta Nacional 40, que llega desde la capital de San Juan hasta Jáchal y se continúa hacia el este, pasando por Huaco y luego por Guandacol, en La Rioja. Hacia el oeste se comunica con las poblaciones del valle de Iglesia-Río Blanco por medio de la Ruta Provincial 36. Y actualmente se encuentra en proceso de construcción el “corredor bioceánico” que conectará el Océano Atlántico (Porto Alegre, Brasil) con el Océano Pacífico (Coquimbo, Chile), y pasa por la zona desde Valle Fértil hacia el Paso de Agua Negra (frontera con Chile), a través de la Ruta Nacional 150.

Por otro lado, según Adamo (2003) debido a la importancia de la agricultura en la historia del departamento, resulta lógico que la estructura social esté vinculada a la estructura agraria. Esta estructura está caracterizada en mayor parte por pequeños y muy pequeños productores familiares, mostrándose una elevada concentración de tierras (Allub y Guzmán, 2000). Siendo que en 1988, el 50 % de los agricultores eran dueños de menos del 10 % de la tierra, y este proceso continuó intensificándose.

5.11 HISTORIA DE USO DE LOS BOSQUES

En las zonas áridas, los bosques de *Prosopis* han sido una fuente de subsistencia para las comunidades humanas por varios siglos, y continúan siendo explotadas por los habitantes locales. Los bosques han provisto a las personas de sombra, leña, carbón, madera y alimento, y al ganado doméstico de sombra y alimento (Abraham y Prieto, 1999). Este uso del bosque se ha dado sin tener en cuenta las tasas de renovación y los balances necesarios para su mantenimiento, propios de estos ecosistemas. Esto ha llevado, como plantea Villagra et al. (2005), a una severa desertificación de estos ecosistemas y el consecuente empobrecimiento de la población local.

De acuerdo con Morello y Matteuci (2000), los bosques nativos de zonas áridas y semiáridas de la Argentina han sido explotados para uso de leña en sectores rurales de bajos ingresos y sectores urbanos, así como también como madera para viñedos. Esto se ve claramente en el departamento de Jáchal, donde según Adamo (2003) la población (tanto rural como de los centros urbanos) utiliza la vegetación nativa como leña para calefaccionar y cocinar. Estos bosques, han sido tradicionalmente utilizados como forraje para cabras o reemplazados por cultivos y otras especies vegetales exóticas, tal como el eucalipto y el álamo, generalmente a lo largo de los oasis irrigados (Adamo, 2003).

Pastrán et al. (2006), exponen que los procesos que han dado como resultado el reemplazo de los bosques de *Prosopis* en las planicies aluvionales por comunidades halófitas dominadas por *Suaeda divaricata*, están relacionados a la utilización indiscriminada de estos bosques que tuvo lugar durante décadas por la actividad minera, la producción de carbón, leña y postes sumado a su incapacidad para regenerarse debido a las condiciones ecológicas actuales de la zona. Además, esta destrucción de la cobertura forestal ha producido súbitos cambios en las características de los suelos,

principalmente por pérdida de su componente orgánico, nutrientes y humedad, por una mayor intensidad de evaporación, lo que provocó la concentración de sales en las capas superficiales del suelo, con la consecuente degradación edáfica por salinización y erosión hídrica que se manifiesta en frentes de cárcavas de hasta cinco metros de profundidad. Así, describen cómo estos ecosistemas antes de altas coberturas vegetales boscosas han dado paso a matorrales abiertos de *S. divaricata* con coberturas del 5 %, con la presencia de *C. atamisquea* como testimonio del antiguo algarrobal, descartándose en las áreas más salinas *A. vaginata*.

Por otro lado, también describen los procesos que han dado lugar al reemplazo de la comunidad jarillal-algarrobal (*Larrea divaricata* - *Prosopis flexuosa*) del sector pedemontano, por un retamal-zampal (*Bulnesia retama* - *Atriplex spegazzani*), debido a procesos eólicos de acumulación de arena.

6. ESPECIES EN ESTUDIO

6.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

El género *Prosopis* pertenece a la familia Fabaceae (subfamilia: Mimosoideae). Es un género muy antiguo con alrededor de 45 especies, la mayoría se concentra en zonas áridas y secas de Sudamérica, siendo Argentina el centro de mayor diversidad (Karlin et al., 1997) con 28 especies, de esas, 10 son endémicas (Catálogo de las Plantas Vasculares de la Argentina: Zuluoga et al, 2008). Las especies de este género se encuentran ampliamente distribuidas en regiones áridas y semiáridas de América del Sur, América del Norte, América Central, África y Asia occidental (Burkart, 1976).

En este estudio, trabajamos con dos especies de este género: *Prosopis flexuosa* DC y *Prosopis chilensis* (Molina) Stuntz, que serán descritas a continuación:

El “algarrobo dulce” o “algarrobo negro” *Prosopis flexuosa*, se distribuye en las regiones áridas de Sudamérica (oeste de Argentina y centro-norte de Chile) (Roig, 1987). En Argentina, se la encuentra en la diagonal árida al este de la cordillera de Los Andes, abarcando parte del noreste del país (Salta, Tucumán, Catamarca), la región de Cuyo (La Rioja, San Juan, Mendoza y San Luis), el oeste de Córdoba, La Pampa, el suroeste de Buenos Aires y norte Río Negro (Roig, 1993). Habita en especial en la provincia fitogeográfica del Monte, en el Chaco Árido y con menor densidad el Distrito del Caldenal o Provincia del Espinal. En la parte norte del Monte coexiste con *Prosopis chilensis* (Karlín *et al*, 1997).

Habita principalmente en dos tipos de hábitat: bosques en galería de los ríos y bosques de llanura (Roig *et al.*, 1992). En general es una especie que domina la vegetación (Karlín *et al.*, 1997). Es característico de galerías de los ríos permanentes y temporarios de la región árida, como el Río Desaguadero el Bermejo (Roig, 1993). En las travesías, donde los niveles freáticos están próximos a la superficie (entre 6 y 12 m) permitiendo mayor disponibilidad hídrica se comporta como freatófita, formando bosques abiertos (Roig *et al.*, 1992; Villagra *et al.*, 2004; Álvarez y Villagra, 2009). El rango de distribución con respecto a la precipitación anual media va desde los 50 mm (centro-sur de San Juan) hasta los 500 mm en el oeste de Córdoba. La temperatura de estas regiones varía entre los 48°C de máxima absoluta hasta los -12°C de mínima absoluta (Karlín *et al.*, 1997). Y según Roig (1993), se desarrolla en suelos muy diversos que van de arenosos a arcillosos con diferentes grados de salinidad.

Son árboles de 3 a 7 m de altura, con tronco de hasta 1 m de diámetro o mayor. Pueden variar en el tamaño de los folíolos, pero las mayores diferencias se observan en

el tamaño y forma de los frutos. Florece de noviembre a diciembre, fructifica entre enero y febrero (Roig, 1993). El fruto es una legumbre casi recta o subfalcada de 5 a 28 cm de longitud, con márgenes ondulados, color pajizo con manchas violetas a negro violáceo. Las vainas con mesocarpio pulposo, son muy dulces. La fenología varía según la latitud y altitud, y comparado con otras especies del género en el mismo sitio, se adelanta aproximadamente 15 días, por lo cual es más susceptible a ser afectada por heladas tardías (Karlin et al., 1997).

El “algarrobo blanco” *Prosopis chilensis*, se encuentra distribuido desde el sur del Perú hasta el paralelo 34°S aproximadamente, siendo muy abundante en el norte de Chile. En Argentina, se distribuye en la provincia fitogeográfica del Monte Septentrional y penetra en la porción más seca del Chaco (Karlin et al., 1997). En el Monte convive con *Prosopis flexuosa*, aunque *P. chilensis* presenta una distribución más restringida latitudinalmente que *P. flexuosa* (Morello, 1958).

Las poblaciones de ambas especies ocupan tanto zonas de llanura como bolsones (Morello, 1958; Villagra et al., 2004). Los algarrobos blancos se encuentran en zonas de 50 mm hasta 500 mm de precipitaciones, comportándose como freatófita obligada por debajo de los 300 mm. Su rango de distribución abarca temperaturas desde los 48°C de máxima absoluta, hasta los -20°C (Karlin et al., 1997). Al igual que al algarrobo dulce, es posible encontrarlo en distintos tipos de suelos y tolera cierta salinidad (Roig, 1993). Altitudinalmente, se encuentra desde los 100 (Río Negro-Buenos Aires) hasta los 2000 m.s.n.m. (San Juan) (Morello, 1958).

Son árboles de hasta 15-18 m de altura con un tronco que puede llegar a los 2 m de diámetro. Presenta una gran variabilidad, especialmente en sus hojas y frutos. Hacia el sur de su dispersión (San Juan y Mendoza) presenta folíolos más cortos y más finos (entre 2.5-5.6 mm). Los frutos, va de los normales de la especie, pobres en mesocarpio a

muy ricos y pulposos en algunas variedades del norte (Roig, 1993). Son legumbres lineales, comprimidas, con los márgenes paralelos, de color pajizo, de 12 a 18 cm de longitud. La fenología de *P. chilensis* varía al igual que *P. flexuosa*, según la latitud y altitud, aunque existe también una alta variabilidad en el árbol, entre árboles y entre rodales (Karlin et al., 1997).

En cuanto a la calidad de la madera para su uso, ambas especies presenta características similares: alta densidad, dura de clavar, de gran capacidad mecánica y muy buena estabilidad dimensional que permite el trabajo en verde. Los principales usos son para postes y varillas para la infraestructura ganadera, rodrigones para las viñas, carpintería (puertas, ventanas, marcos, etc.), carpintería rural, artesanía y combustible de calidad (como leña o como carbón vegetal). El poder calórica de la leña de *Prosopis flexuosa* es de 4.600 kcal/kg, mientras que para *P. chilensis*, es de 4.200 kcal/kg (Karlin et al., 1997).

Los algarrobos tienen un importante rol en algunas comunidades locales que además de la madera, aprovechan otros productos y servicios de éstos árboles. Tienen abundantes flores que son melíferas con alta cantidad de néctar y polen. Sus frutos, son muy utilizados tanto en la alimentación humana como animal, y son realizados diversos productos tanto con las vainas como con las semillas (patay, añapa, aloja, arrope, entre otros). Y además, se adaptan perfectamente en sistemas de producción silvopastoriles y agroforestales, ya que permite que pasturas y cultivos prosperen bajo su dosel (Karlin et al, 1997).

6.2 IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE LOS ALGARROBOS

Los algarrobales cumplen un rol ecológico fundamental en los ecosistemas del Monte. *Prosopis flexuosa* es considerada una especie estructuradora del sistema, ya que es un componente importante del hábitat para numerosas especies (Álvarez y Villagra, 2009). Su presencia genera microhábitats adecuados para el establecimiento de otras especies a través de la modificación del suelo y de la moderación de las condiciones climáticas, facilitando el establecimiento de diferentes especies como cactus, hierbas y arbustos perennes que no se instalan en áreas expuestas. Esto es de gran importancia en zonas áridas y semiáridas en donde el clima o la falta de recursos dificultan el establecimiento y la presencia de algunas especies (Villagra et al., 2004).

Rossi (2004) describe diferentes mecanismos que generan cambios de las condiciones microclimáticas bajo la cobertura de *P. flexuosa*, como: la moderación de temperaturas extremas, la disminución de evaporación, la redistribución de las precipitaciones y la disminución de la intensidad lumínica. Genera un aumento de fertilidad, ya que induce cambios edáficos bajo su cobertura (Rossi y Villagra, 2003; Alvarez et al., 2009), a través de la acumulación de nutrientes y los efectos físicos y químicos de la hojarasca (Álvarez et al., 2009). Por lo anteriormente descrito, las especies de algarrobos del desierto del Monte son considerados “clave”, su estudio, protección y conservación determina la expansión de estos mismos procesos en otros componentes biológicos del ecosistema.

6.3 ESTRUCTURA FORESTAL Y DINÁMICA DE LOS ALGARROBALES

Existen diversos factores que determinan la estructura y la dinámica poblacional de una especie. Estos factores pueden ser bióticos o abióticos como el clima, las

propiedades del suelo, las interacciones biológicas y los disturbios naturales o inducidos por el hombre, así como la historia del lugar donde se desarrollan (Hutchings, 1997; Barbour et al., 1998; Villagra, 2000; Alvarez, 2008). El resultado de los efectos combinados de estos factores determina las tasas de regeneración, crecimiento y mortalidad de dicha población (Villagra, 2000).

Prosopis flexuosa presenta tasas de regeneración bajas, que según Villagra et al., (2002; 2004; 2009) estaría relacionado a la variabilidad temporal de producción de semillas, a la predación de semillas y plántulas y a la baja frecuencia de ocurrencia de las condiciones climáticas que promuevan su establecimiento.

En cuanto al crecimiento, serían las precipitaciones y la profundidad de la freática los factores que afectan el crecimiento de los algarrobos del Monte (Villagra, 2000). Por lo cual, los valores medios de crecimiento anual disminuyen de norte a sur a lo largo del Monte entre los 25° y los 36° de latitud Sur (Villagra et al., 2005) lo que se relacionaría con temporadas de crecimiento más largas en los bosques del norte (Fiambalá, Pipanaco) que en los del sur (Telteca, Ñacuñán, General Alvear) (Villagra et al., 2012).

La dinámica de los algarrobales también está afectada por la mortalidad. En el Monte Central, se ha observado que las inundaciones esporádicas debido a crecidas de los ríos, podrían ser un factor de control en la dinámica de áreas riparias, causando la mortalidad de especies sensibles a inundaciones, permitiendo al mismo tiempo, el establecimiento de especies pioneras y modificando las condiciones edáficas a través del depósito de sedimentos y sales (Villagra y Roig, 1999). En el caso de *P. flexuosa*, al ser una especie sensible al anegamiento, es eliminada regularmente de la zona de inundación del río Mendoza (Villagra, 2000). Sin embargo, *P. chilensis* se encuentra preferentemente en zonas de mayor acumulación de agua, a lo largo de ríos y arroyos y en áreas perisalinarias (Karlin et al., 1997).

Otros factores que condicionan la dinámica de los algarrobales son los disturbios. Estos pueden ser naturales como la aridez, la erosión hídrica y eólica y los procesos de salinización, o antrópicos como la presión ganadera, la extracción de leña y la modificación de los regímenes de fuegos (Villagra et al., 2009).

El pastoreo genera importantes modificaciones en el ambiente, afectando la biodiversidad biológica. Según Villagra et al. (2009), el efecto más claro y más extensivo del pastoreo sobre la estructura vegetal, es la reducción de la cobertura total de plantas y del estrato de pastos, así como el aumento de parches de suelo desnudo.

La extracción de madera de algarrobo tiene gran importancia en el Monte, ya que la poda de *P. flexuosa* tiene efectos inmediatos sobre los atributos estructurales de la comunidad. La poda genera una drástica reducción de biomasa de madera de los árboles unifustales, seguido de un rápido rebrote de los fustes, cambiando consecuentemente los hábitos del árbol (Villagra et al., 2009).

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 ELABORACIÓN DEL MAPA

Se trabajó con una imagen tomada por el sensor TM del satélite Landsat 5, correspondiente a la faja 232-81 de la fecha: 14/03/2005. La imagen fue otorgada por Global Land Cover Facility (<http://glcf.umd.edu/>), ya georreferenciada. El sistema de proyección utilizado fue el conforme Gauss Krüger y Datum WGS 84.

De la imagen completa se recortó el área de estudio, llegándose a una subescena de 191.304 ha (40,272 x 47,503 km).

Luego se realizó una clasificación con el propósito de definir las distintas unidades boscosas en el área. Una clasificación consiste en extraer información de la imagen, con el objetivo de reconocer patrones y objetos homogéneos que posibilitan la construcción de mapas de la superficie terrestre diferenciando clases que comparten una característica común (Chuvienco, 1996). De esta manera, se realizaron clasificaciones no supervisadas y supervisadas usando el software ENVI 4.7. Las clasificaciones no supervisadas, para las cuales se determina el número de clases y el software define a que clase pertenece cada elemento por medio de un procedimiento estadístico. Para la clasificación supervisada, donde se parte de un conocimiento previo del terreno, se seleccionan las muestras para cada una de las categorías (Chuvienco, 1996). Como resultado de la clasificación digital se obtiene una cartografía e inventario de las categorías objeto de estudio (Chuvienco, 2007).

Determinadas las unidades boscosas a partir de las imágenes satelitales y corroboradas con salidas al campo, se realizó una clasificación supervisada con el método Maximum likelihood. El clasificador de máxima verosimilitud (o máxima probabilidad) es el algoritmo más comúnmente utilizado en percepción remota, ya que es

sencillo de aplicar, así como para interpretar los resultados que arroja, además de considerarse uno de los procedimientos de discriminación más acertados y eficientes, esto siempre que los datos sigan una función de distribución normal (Maselli et al., 1992). La imagen se clasificó en base a las regiones de interés (roi) que representaran áreas con vegetación (diferente tipo de bosque). Estas roi se logran seleccionando una muestra de píxel de la imagen, que representen a las categorías de interés (Chuvienco, 1996). Posteriormente, la clasificación fue corroborada y corregida a partir de los datos de campo, ya que con GPS se marcaron puntos donde *Prosopis chilensis* o *P. flexuosa* estaban presentes, verificando así que las clases obtenidas fueran realmente bosques y no otro tipo de vegetación (como jarillal o retamal). Sin embargo, por la extensión del área de estudio, y por escasa accesibilidad a determinados sitios, existen zonas que no se pudieron recorrer, pero se realizó un reconocimiento del área a través de Google Earth.

La digitalización del mapa final, donde se editó y corrigió manualmente la clasificación supervisada final obtenida y corroborada a campo, se realizó con el Software QUANTUM GIS Lisboa. Además, el software permitió la visualización de clases, agregado de rutas, puntos cardinales, leyenda, provincias vecinas, ríos, entre otros.

7.2 DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Se realizó un mapa preliminar a partir de imágenes satelitales del área de estudio con la intención de diseñar una campaña de exploración y determinar los sitios de interés para el relevamiento dasonómico. Para realizar el muestreo de campo, se utilizó la metodología empleada en otros bosques del Monte: Pipanaco (Cony et al., 2003) y Fiambalá en Catamarca (Villagra et al. datos no publicados), Villa Unión en La Rioja (Villagra et al.

datos no publicados) y en Mendoza: Telteca (Álvarez et al. 2006), Ñacuñán (Villagra et al. datos no publicados) y General Alvear (Cesca et al., 2011).

Se seleccionaron los sitios en cada clase de bosque, de acuerdo a la clasificación del mapa de bosques obtenido. En cada sitio de muestreo, se realizaron parcelas separadas entre sí aproximadamente 100 m cada una (entre dos o tres por sitio). El tamaño de las parcelas dependió de la densidad de árboles, siendo el número máximo de individuos muestreados por parcela 40 individuos (Cesca, 2011; Villagra et al., 2005; Álvarez et al., 2006). Las parcelas variaron entre 400 m² (20m x 20m) en zonas con alto número de individuos por ha y 1.000 m² (50m x 20m) en zonas con menos de 40 individuos por ha. . Para este análisis no se realizaron muestreos en las comunidades vegetales del Retamal y el Jarillal, ya que excedía a los objetivos de este trabajo. En los viajes de campo se recorrieron las mismas para ajustar mejor la clasificación de las imágenes. En total se muestrearon 40 parcelas, distribuidas en 15 sitios de la siguiente forma (Tabla 1):

Tabla 1: Distribución de los sitios de muestreo en los cuatro bosques estudiados.

BOSQUE	BOSQUE LA CIÉNAGA	BOSQUE CAUCES	BOSQUE HUACO	BOSQUE MONTE GRANDE
ESPECIE ARBOREA PRINCIPAL	<i>P. chilensis</i>	<i>P. chilensis</i>	<i>P. flexuosa</i>	<i>P. flexuosa</i>
NÚMERO DE SITIOS	5	3	5	2
NÚMERO TOTAL DE PARCELAS	15	7	14	4

7.3 INVENTARIO DASONÓMICO

En cada parcela se registró el número total de individuos de *Prosopis chilensis* y *P. flexuosa* y número de tocones. Se determinó para cada individuo: diámetro basal de cada

fuste (cm) con una cinta diamétrica y calibre digital en los diámetros menores de 5 cm, altura del árbol (m) con un hipsómetro digital resolución 0,1 m marca Vertex, forma (erecto, semierecto o decumbente), dimensiones de la copa (diámetro menor y mayor, en m), número y altura de fustes y el estado sanitario (estas variables son necesarias para el manejo del recurso forestal). Con estos datos se calculó para cada árbol la cobertura total de la copa y el diámetro basal equivalente (Deq) a través de la siguiente fórmula propuesta por Alvarez y colaboradores (2006):

$$\text{Deq} = \sqrt{2\{\pi (dab_1/2)^2 + \pi (dab_2/2)^2 + \pi (dab_3/2)^2 + \dots + \pi (dab_n/2)^2\}/\pi}$$

*dab: diámetro a la altura de la base en cm, para cada fuste.

7.4 ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN

Se realizó también una descripción de las especies vegetales del bosque, ya que es necesario para la conservación del ecosistema conocer las especies asociadas a *Prosopis*. Además, esta información permitió mejorar la descripción del mapa.

El análisis de la vegetación se realizó mediante el relevamiento de las especies vegetales en comunidades homogéneas (Roig, 1973). Para esto, se midió la cobertura de cada especie vegetal y el porcentaje de suelo desnudo, en cuadrantes de 100 m² (10 x 10 m) en el primer tramo de la parcela de muestreo. El tamaño de los cuadrantes depende de la comunidad que se cense; para las comunidades del Monte se ha establecido 100 m² (Roig, 1973).

A partir de esto, se realizaron inventarios florísticos para cada tipo de bosque según la metodología de Braun Blanquet (1979). En cada parcela se registró la cobertura total, cobertura por estrato y porcentaje de suelo desnudo. Además, se hicieron todas las anotaciones que pudieran aportar información relevante para la descripción de la

comunidad vegetal como: fecha, lugar, exposición, tipo de suelo, disponibilidad de agua, degradación, acción humana, etc. Estos últimos datos no fueron medidos sistemáticamente ya que fueron datos descriptivos, sin embargo, estos parámetros fueron tenidos en cuenta para definir o complementar los diferentes tipos de bosque. En el caso de desconocer alguna especie vegetal durante el relevamiento, la misma fue herborizada para su posterior identificación por la Cátedra de Botánica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo.

7.5 CLASIFICACIÓN DEL ESTADO SANITARIO y FORMA DE LOS ÁRBOLES

El estado sanitario de los árboles se estimó a partir del porcentaje de madera muerta que presentó cada ejemplar con respecto a la madera viva disponible. Se clasificaron los árboles muestreados en 4 clases según el estado sanitario según Alvarez et al. (2006):

- **Sanos:** poseen todas las ramas vivas, excepto a aquellas muertas producto del sombreado (leña campana). Son los ejemplares con menos del 25 % de ramas muertas.
- **Sanidad regular:** la mayoría de las ramas están vivas pero presentan ramas secas o atacadas por algún tipo de insecto. Si consideramos la proporción de ramas muertas, entre el 25-50 %.
- **Sanidad mala:** todos aquellos árboles que presenten un gran porcentaje de ramas o fustes afectados, pero que posean algunas ramas o fustes en buen estado sanitario. En este caso, el porcentaje de ramas muertas es menor al 100 % y mayor al 50 %.
- **Muertos:** individuos muertos en pie, es decir 100 % de ramas muertas.

La forma de los árboles se clasificó en tres 3 clases, según las siguientes características: (Pasiiecznik et al., 2001)

- **Erectos:** son aquellos árboles con hábito de crecimiento vertical.

- **Semierectos:** son los árboles multifustales o con el fuste principal ramificado y cuyas ramas secundarias presentan un crecimiento cercano a la horizontal o hacia abajo pero que no llegan al suelo.

- **Decumbentes:** árboles multifustales cuyas ramas laterales son péndulas de forma tal que alcancen el suelo.

El estado sanitario y la forma de los árboles es importante para determinar el uso que puede darse. Además, sumado a información como n° de fustes y el diámetro de éstos, da una idea del uso y el tipo de manejo que se está dando a ese bosque en particular (Alvarez et al., 2006). Combinando esta información pueden recomendarse ciertas pautas relacionadas con el manejo forestal de los algarrobales estudiados.

7.6 ESTADO DE CONSERVACIÓN y CATEGORIZACIÓN DE LOS BOSQUES

El estado de conservación de un bosque puede ser analizado a partir del inventario dasonómico y del conocimiento del estado sanitario y la forma de los ejemplares de cada tipo de bosque. Además, otra fuente de información importante es la historia de uso de los bosques. Para este bosque, se encuentran disponibles distintas fuentes (Adamo, 2003; Adamo, 2006; Pastrán et al., 2006) que fueron analizadas para inferir más sobre el estado de conservación y las pautas de manejo necesarias.

A partir de los datos obtenidos sobre la estructura de los bosques y estados sanitarios se evaluó el estado de conservación de cada tipo de bosque y se comparó con la clasificación de bosques realizada en la Provincia de San Juan bajo el marco de la Ley Nacional de Presupuestos Mínimos de Protección de Bosques Nativos (Ley N° 26.331) (categoría I o bosque rojo; categoría II o bosque amarillo y categoría III o bosque verde). El objetivo de esta comparación fue analizar si los bosques estudiados en este trabajo

están adecuadamente categorizados realizada por San Juan, y saber si el nivel de preservación actual es suficiente o no. Para esto, se realizó una superposición del mapa de clasificación de Bosque Nativo de la Secretaría de Conservación y Áreas Protegidas, y el mapa final de bosques resultado de este trabajo.

7.7 ANÁLISIS DE LOS DATOS

Se realizó un análisis de ordenación de los sitios muestreados según la distribución de frecuencia de diámetros basales, para los algarrobales de *P. chilensis* y los de *P. flexuosa*. Esto se obtuvo a través de un Análisis de Componentes Principales (Di Rienzo et al., 2002), que es una técnica estadística de gran utilidad, ya que la interpretación del resultado puede hacerse de manera sencilla a través de gráficos. Es un análisis exploratorio que permite observar si existe alguna asociación con las variables medidas. Ordena a los sitios de muestreo de acuerdo a la similitud o no de su estructura diamétrica o de copas. Si la clasificación previa se relacionara con la estructura poblacional entonces los sitios de muestreo de cada bosque deberían agruparse y diferenciarse de los otros.

Para el análisis de la vegetación se realizó un análisis de ordenación de los sitios muestreados en los bosques de *P. chilensis* y de *P. flexuosa*. Esto se obtuvo a través de un Análisis de Componentes Principales (PCA), y en este caso, se ordenaron los sitios de muestreo según la similitud o no de su composición vegetal. Si la clasificación previa se relacionara con la composición vegetal, entonces los sitios de muestreo de cada bosque deberían agruparse y diferenciarse de los otros. Cabe esperar que exista cierta similitud entre los sitios de *P. chilensis* por un lado, y entre los de *P. flexuosa* por otro.

8. RESULTADOS

8.1 MAPA DE LOS BOSQUES

A partir del análisis de las imágenes satelitales y el trabajo a campo, se obtuvo un mapa de bosques, donde se visualizan las principales unidades boscosas de la Depresión del Río Bermejo. Se probaron 12 clases en la clasificación supervisada de la imagen, dentro de estas solo se trabajó con 4 clases que correspondían a los bosques. El mapa obtenido (Figura 6) presenta 4 clases de bosques: El Bosque La Ciénaga, el Bosque Cauces, el Bosque Huaco y el Bosque Monte Grande.

El Bosque La Ciénaga, es un bosque ripario de *Prosopis chilensis* principalmente. Este bosque se estudió en las quebradas que se encuentran en el Área Natural Protegida La Ciénaga de norte a sur. El **Bosque Cauces** corresponde a un algarrobal de *P. chilensis* en galería, al igual que el **Bosque La Ciénaga**. Este bosque se encuentra en los cauces que recorren las sierras al este del Área Protegida La Ciénaga, y son atravesados por la Ruta 40. En las Figuras 2 y 3 se puede ver la distribución de los árboles en los cauces.

El **Bosque Huaco** de *Prosopis flexuosa*, se ubica al norte y sur de la localidad de Huaco, inmediato a la zona urbana. Este bosque se encuentra en las zonas altas de cárcavas de 10 m de altura de los cauces que recorren la zona. El **Bosque Monte Grande**, también corresponde a un algarrobal de *P. flexuosa* altamente degradado al norte del área de estudio y al este de la Ruta 40 con dirección a La Rioja, en la Depresión del Río Bermejo. A diferencia de los bosques de *P. chilensis*, en estos bosques la distribución de los árboles no se dan sobre los cauces (Figura 4 y 5).

Los resultados obtenidos a partir de la clasificación supervisada realizada son adecuados, ya que en general el mapa de bosques se ajusta correctamente. Se corroboró la clasificación con los puntos obtenidos a campo, y esto permitió mejorar la clasificación final. Existen sectores del mapa, como por ejemplo al norte del Área Protegida La Ciénaga donde no existen puntos de campo, sin embargo, en las imágenes satelitales se observa que es un área similar al Área Protegida, por lo que se estima que la clasificación para ese sector es correcta. Sin embargo no se descarta que se pueda estar sobrestimando el bosque, y se considera que sería necesario corroborar en el campo esa área. Al igual que en el Bosque Monte Grande, también se podría estar sobrestimando hacia el este de este bosque, ya que en la clasificación se puede ver como un área muy extensa que no fue corroborada a campo.

Además, en las Figuras 2, 3, 4 y 5 se puede ver las diferencias estructurales y espaciales entre los bosques de *P. chilensis* y los de *P. flexuosa*, lo cual confirma que son cuatro bosques diferentes. Por otro lado, los mapas se ajustan en algunos sectores correctamente con los bosques de Ordenamiento Territorial de Bosque Nativo de San Juan (Figura 16). Sin embargo, existen otros sectores que deberían ser revisados.



Figura 2: Imagen satelital del Bosque La Ciénaga. Fuente Google Earth, año 2013.

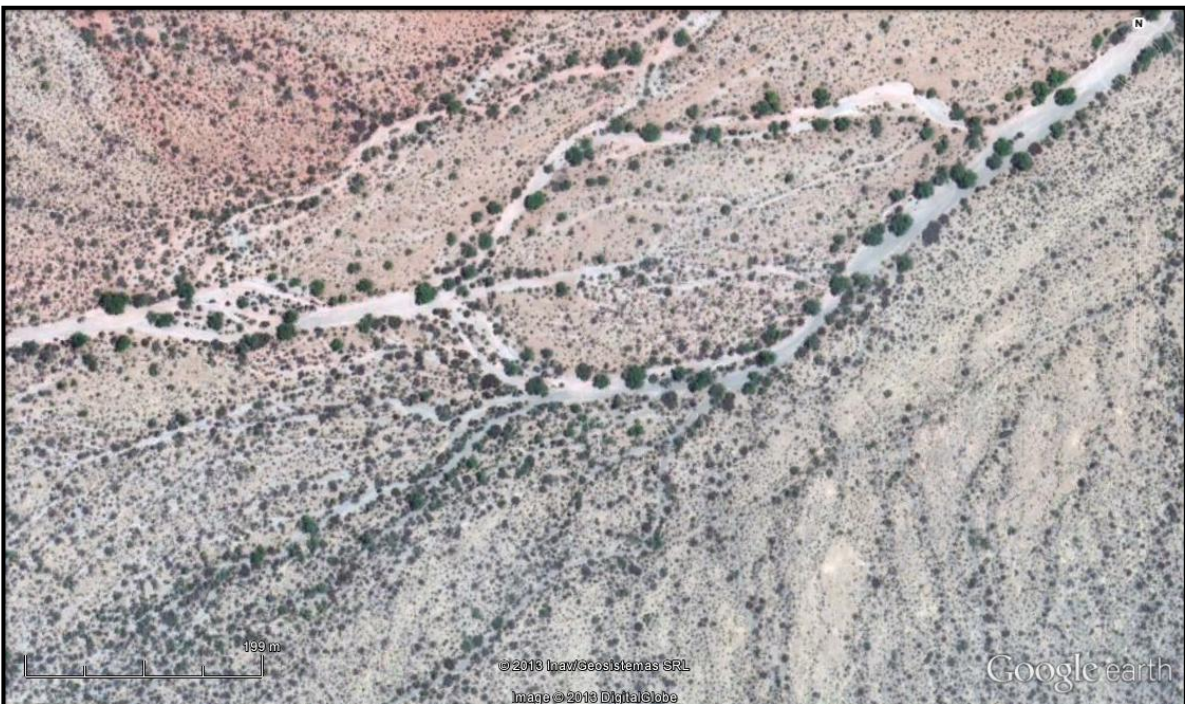


Figura 3: Imagen satelital del Bosque Cauces. Fuente Google Earth, año 2013.



Figura 4: Imagen satelital del Bosque Huaco. Fuente Google Earth, año 2013.



Figura 5: Imagen satelital del Bosque Monte Grande. Fuente Google Earth, año 2013.

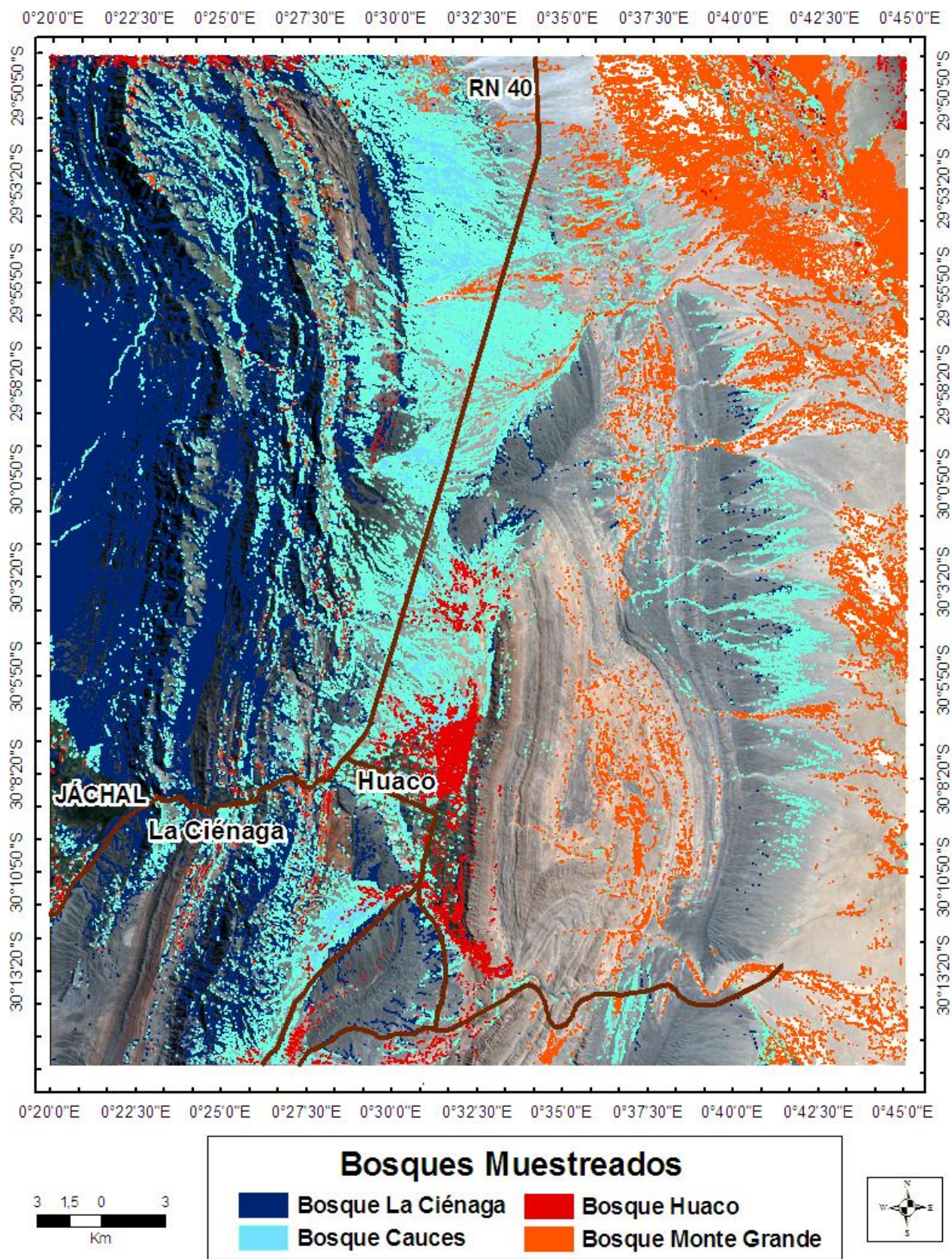


Figura 6: Mapa de los bosques de la Depresión del Río Bermejo, San Juan.

8.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS BOSQUES

El **Bosque La Ciénaga**, corresponde a un algarrobal de *Prosopis chilensis* en galería. El algarrobal acompañado por otras especies, se encuentra principalmente sobre los cauces de los ríos temporales. El paisaje general son cauces encajonados entre las laderas de los cerros que atraviesan el Área Natural Protegida de Norte a Sur, con un suelo pedregoso como se muestra en la Foto 1. En las laderas de estos cerros encontramos la comunidad vegetal chaguaral, entre los cauces se desarrolla el jarillal y sobre el cauce del Río Huaco (cauce permanente), existe un chilcal (Anexo 4). Estas cuatro comunidades conformarían la vegetación del Área Protegida La Ciénaga.

El **Bosque Cauces** corresponde a un bosque de *Prosopis chilensis* en galería y al igual que el **Bosque La Ciénaga**, se encuentra sobre los cauces de ríos temporales, al Norte y al Sur del pueblo de Huaco (Foto 2). Estos cauces bajan de las laderas de las sierras que recorren La Ciénaga de Norte a Sur, pero a diferencia de los cauces dentro del AP La Ciénaga, estos no se encuentran encajonados. Estos cauces recorren el área de estudio de oeste a este y son atravesados por la Ruta 40, este fácil acceso sumado a la cercanía al pueblo han dado lugar a una fuerte presión de uso.

El **Bosque Huaco** corresponde a un bosque de *Prosopis flexuosa*, acompañado por otras especies (*Larrea spp.* y *Atriplex spp.*). El paisaje general es de llanuras (Foto 3). A pesar de encontrarse cerca de cauces de ríos, éstos se encuentran a profundidad, ya que los cauces de los ríos que recorren el área donde se ubica este bosque, a diferencia de los del **Bosque La Ciénaga**, se encuentran encajonados entre cárcavas de aproximadamente 10 m de altura. Así, los árboles se disponen en los terrenos elevados y

no en los cauces. Debido a su cercanía al pueblo de Huaco, este algarrobal presenta signos de uso y de degradación.

El **Bosque Monte Grande**, corresponde a un bosque degradado de *Prosopis flexuosa*, acompañado por *Bulnesia retama* y *Suaeda divaricata* principalmente (Foto 4). Este bosque se encuentra en las llanuras al Norte de Huaco, en la Depresión del Río Bermejo y al este de la Ruta 40, lo cual facilita su acceso desde el pueblo, ya que también existen picadas para ingresar al bosque desde la ruta.

1)



2)



3)



4)



Foto 1: Bosque La Ciénaga: algarrobal en galería de *P. chilensis* sobre el cauce del Río Las Pampitas; Foto 2: Bosque Cauces: algarrobal de *P. chilensis* sobre cauce temporal al este de la ruta 40; Foto 3: Bosque Huaco: algarrobal de *P. flexuosa* en la cercanías del pueblo de Huaco; y, Foto 4: Bosque Monte Grande: algarrobal degradado de *P. flexuosa*. Fuente Foto 1 y 2: Facundo Rojas, 2013 ; Foto 3 y 4: Ania Gil, 2013.

En el **Bosque La Ciénaga** se encontraron 47 especies vegetales, 18 familias y 36 géneros (8 especies no fueron identificadas). La familia con mayor diversidad fue Fabaceae. Del total de especies, el 10,4 % fueron árboles, el 22,9 % arbustos, el 56,3 % herbáceas y el 10,4 % cactáceas y bromeliáceas (Figura 7). Las especies con mayor cobertura relativa (> 15 %), fueron *P. chilensis*, *Acacia furcatispina* y *Larrea divaricata*.

En el **Bosque Cauces**, se encontraron 18 especies vegetales, 10 familias y 14 géneros (1 especie no fue identificada). La familia con mayor diversidad fue Fabaceae. Del total de especies, el 22,2 % fueron árboles, el 33,3 % arbustos y el 44,4 % herbáceas (Figura 7); siendo 79,8 %, 13,9 % y 6,4 % los porcentajes de cobertura respectivamente de cada forma de vida. Esto concuerda, ya que las especies con mayor cobertura relativa son *P. chilensis* (53 %) y *Acacia furcatispina* (17 %).

Mientras que en el **Bosque Huaco** se encontraron 15 especies vegetales, 9 familias (Poaceae con mayor diversidad) y 14 géneros. De estas especies, el 11,8 % fueron árboles, el 47,1 % arbustos, el 41,2 % herbáceas (Figura 7). Las especies con mayor cobertura relativa fueron *P. flexuosa* (42 %), *Capparis atamisquea* (12 %), *Larrea cuneifolia* (15 %) y *Atriplex lampa* (8 %).

En el **Bosque Monte Grande**, se encontraron 11 especies vegetales, 8 familias y 10 géneros. La familia con mayor diversidad fue Fabaceae. Para este bosque del total de las especies, el 36,4 % fueron árboles, el 36,4 % arbustos, el 18,2 % herbáceas y el 9,1 % cactáceas (Figura 7). Las especies con mayor cobertura relativa son *P. flexuosa* (41 %), *Bulnesia retama* (24 %) y *Suaeda divaricata* (19 %).

El índice de Shannon es de 2,629 para el **Bosque La Ciénaga**; 1,68 para el **Bosque Cauces**; 1,61 para el **Bosque Huaco** y 1,55 para el **Bosque Monte Grande**. Además, el **Bosque La Ciénaga** y el **Bosque Cauces** tienen 15 especies en común (30 % de las

especies) siendo el **Bosque La Ciénaga** el ecosistema con mayor diversidad. Mientras que los bosques **Huaco** y **Monte Grande**, comparten el 31,3 % de las especies, siendo el primero el de mayor diversidad (Ver inventario florístico, Anexo 5).

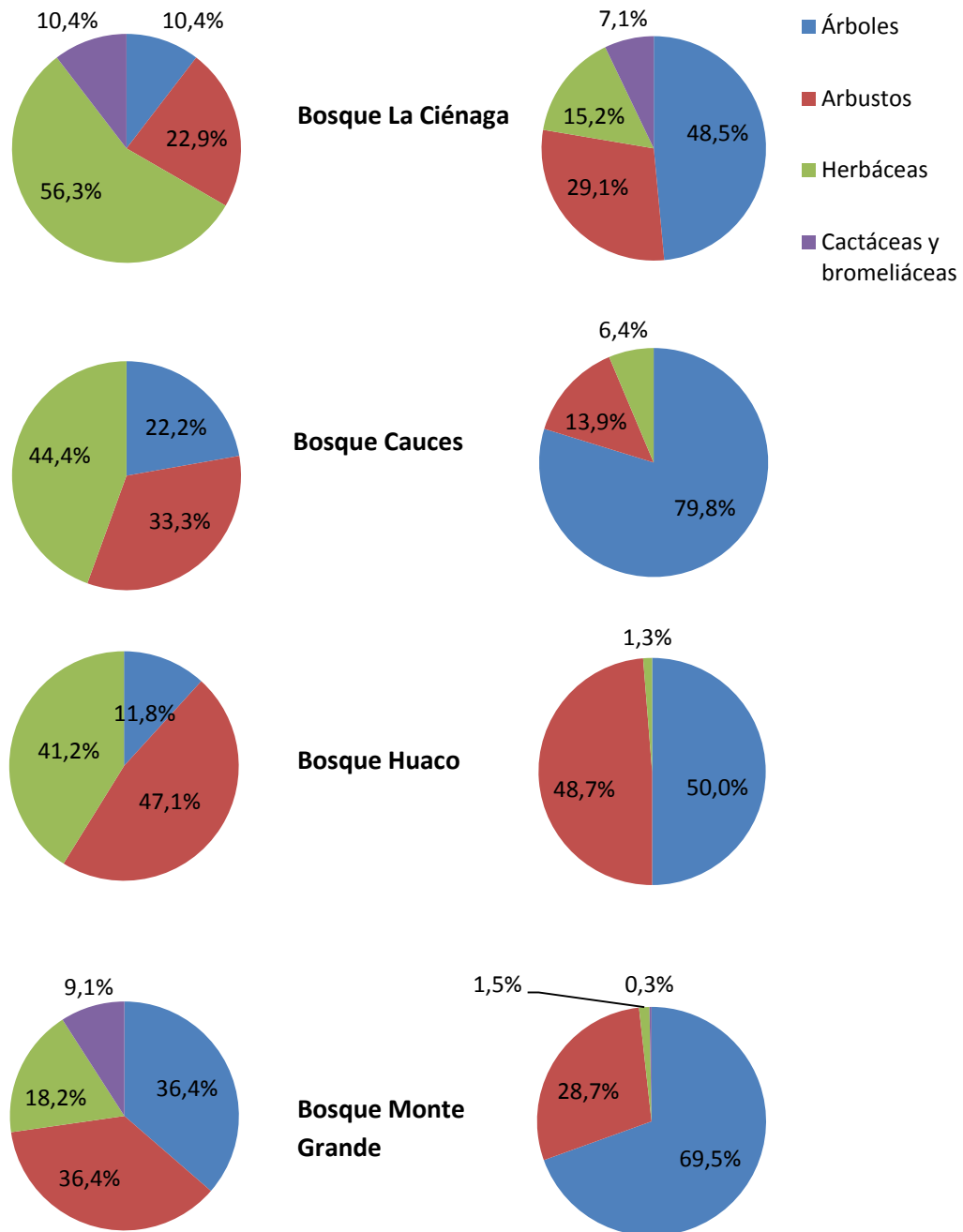


Figura 7: Izquierda: Porcentaje de especies según la forma de vida (árbol, arbusto, herbácea o cactácea y bromeliácea) y derecha: porcentaje de cobertura por forma de vida de las comunidades vegetales del Bosque La Ciénaga, del Bosque Cauces, del Bosque Huaco y del Bosque Monte Grande.

Del total de especies relevadas, 9 no fueron identificadas ya que la época en que fueron colectadas los ejemplares no se encontraban en condiciones de ser identificadas.

8.3 ESTRUCTURA POBLACIONAL DE LOS BOSQUES

En el **Bosque La Ciénaga** se muestrearon y midieron un total de 119 árboles, de los cuáles 111 fueron *Prosopis chilensis* y 8 *P. flexuosa*. Para este bosque la densidad media de algarrobos fue de 93,14 árboles ha⁻¹, variando la misma entre 70,00 y 113,3 individuos ha⁻¹. La densidad promedio de renovales (aquellos cuyo DAB < 7,5cm) fue de 39,35 árboles ha⁻¹ y varió desde 10,0 y 76,0 ind ha⁻¹. De los individuos medidos, el 26 % entraron en la clase de regeneración (32 individuos), sin embargo se contaron 28 renovales más pero no fueron medidos por ser menores a 5 cm de altura. Teniendo en cuenta el total de renovales (60 indiv.) el 40,8 % corresponde a la clase de regeneración. En la distribución de frecuencias diamétricas para el **Bosque La Ciénaga** (Figura 8), se puede observar que las mayores frecuencias se dan en las clases diamétricas de 2,5 a 22,5 cm de DAB (entre 6 y 13 árboles por hectárea), encontrándose menos representadas las clases mayores a 82,5 cm, con algunos ejemplares de gran tamaño (de 170 cm por ejemplo). Esto sugiere que es una población en recuperación y con individuos longevos.

En el **Bosque Cauces**, se muestrearon y midieron 21 árboles de *Prosopis chilensis*. La densidad media de algarrobos para este bosque, fue de 30,56 individuos ha⁻¹, variando entre 25,00 y 40,00 individuos ha⁻¹. La densidad de renovales fue de 1,67 individuos ha⁻¹, siendo la densidad más baja de todos los bosques, ya que la clase de regeneración corresponde solo a un 4,76 % del total de individuos. Sumado al bajo porcentaje de la clase de regeneración, tenemos las mayores frecuencias diamétricas en las clases de 45

a 110 cm (20 individuos ha^{-1}), esto indica que son individuos longevos y de gran tamaño (Figura 8).

En el **Bosque Huaco** se muestrearon y midieron un total de 335 árboles de *Prosopis flexuosa*. La densidad media de algarrobos fue de 420,1 árboles ha^{-1} , variando la misma entre 96,67 y 957,69 individuos ha^{-1} . La densidad promedio de los renovales fue de 232,63 árboles ha^{-1} y varió entre 6,67 y 792,31 ind ha^{-1} , mostrando una mayor variabilidad que los adultos, donde la densidad varió entre 90,00 y 266,67 individuos ha^{-1} . De los individuos medidos, el 41,19 % entraron en la clase de regeneración (138 individuos), y además, se contaron 167 renovales más pero no fueron medidos por ser menores a 5 cm de altura. Teniendo en cuenta el total de renovales (305 indiv) el 60,87 % corresponde a la clase de regeneración. En la distribución de frecuencias diamétricas para el **Bosque Huaco** (Figura 8), las mayores frecuencias se dan en las clases diamétricas de 2,5 a 12,5 cm de DAB (entre 41,86 y 62,79 árboles por hectárea), y los individuos de mayor tamaño para este bosque son aquellos de 70 cm de DAB.

En el **Bosque Monte Grande**, fueron muestreados 33 árboles de *Prosopis flexuosa*, y se registró una densidad media total de 82,50 individuos ha^{-1} , la cual varió entre 55,0 y 110,0 individuos ha^{-1} . La densidad de renovales fue de 7,50 individuos ha^{-1} y la de adultos de 75,00 individuos ha^{-1} . Para este bosque, el 9,09 % de los individuos entra en la clase de regeneración. En la distribución de frecuencias diamétricas (Figura 8), las mayores frecuencias se dan en las clases diamétricas de 5,0 a 35,0 cm de DAB, y el individuo de mayor tamaño para este bosque tiene 85 cm de DAB.

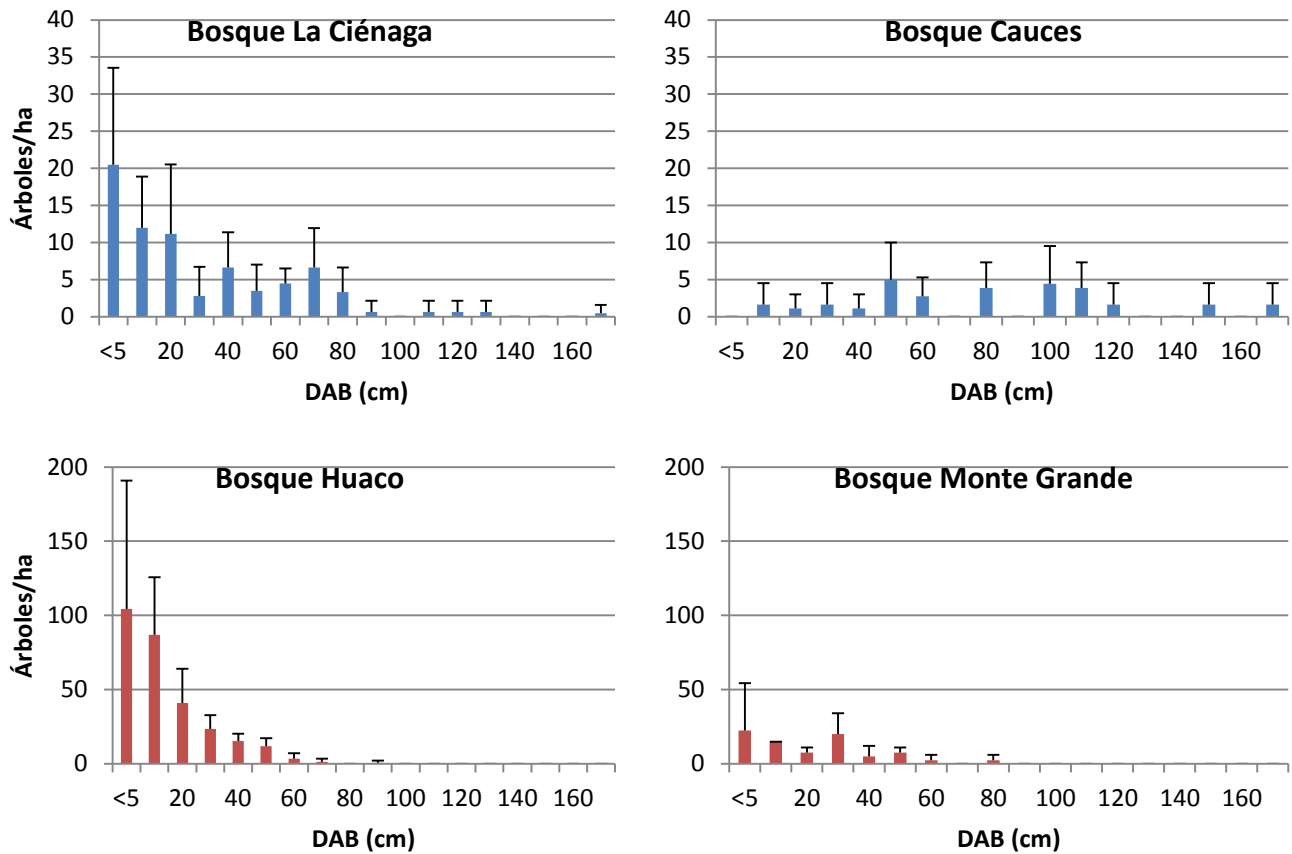


Figura 8: Estructura diamétrica (cm) de los Bosques La Ciénaga, Cauces, Huaco y Monte Grande. (Notar la diferencia de escala en el eje de árbol/ha)

8.4 ALTURA y COBERTURA ARBÓREA

El **Bosque La Ciénaga** presenta una altura promedio de los árboles (adultos) de 5,93 m (varió entre 2,10 y 11,90 m) y un diámetro promedio de la copa (adultos) de 8,07 m (varió entre 6,23 y 9,42 m). Mientras, que la altura promedio de los árboles adultos del **Bosque Cauces** fue 8,64 m (varió entre 4,70 y 15,50 m), y el diámetro de la copa (adultos) fue de 11,82 m (varió entre 3,38 y 18,95 m). Se observa en la distribución de frecuencias de las alturas (para todas las clases diamétricas), que los bosques presentan

estructuras diferentes en cuanto a la altura de los algarrobos (Figura 9a). El **Bosque La Ciénaga** se encuentra representado por individuos de menor tamaño que los del **Bosque Cauces**. La cobertura de *Prosopis* para el último fue de 33,3 % y de 35,42 % para el **Bosque La Ciénaga**.

La altura promedio de los árboles (adultos) del **Bosque Huaco** fue de 4,78 m (varió entre 0,90 y 10,60 m) y de 5,37 m (varió entre 2,10 y 11,10 m) para el **Bosque Monte Grande** (Figura 9b). El diámetro promedio de la copa, fue de 5,6 m (varió entre 1,15 y 13,95 m) y la cobertura de *Prosopis* de 46,81 % para el primero y, de 7,09 m el diámetro promedio de la copa (con una variabilidad entre 3,10 y 12,50 m) y una cobertura de 26,70 % de *Prosopis* para el segundo Bosque.

Al igual que los bosques de *P. chilensis*, la distribución de frecuencias de las alturas (para todas las clases diamétricas), del **Bosque Huaco** y del **Bosque Monte Grande**, también presenta estructuras diferentes (Figura 9b). En este caso, también podemos ver que las clases más representadas para el primer bosque son entre 2 y 4 m, y para el segundo, las clases de 5 y 6 m.

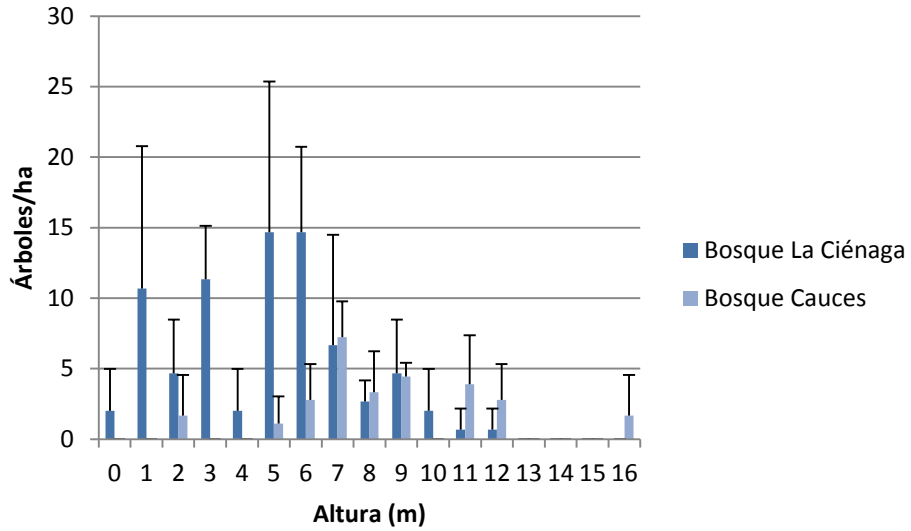


Figura 9a: Distribución de frecuencias de las alturas (en metros) para todas las clases diamétricas del Bosque La Ciénaga y del Bosque Cauces

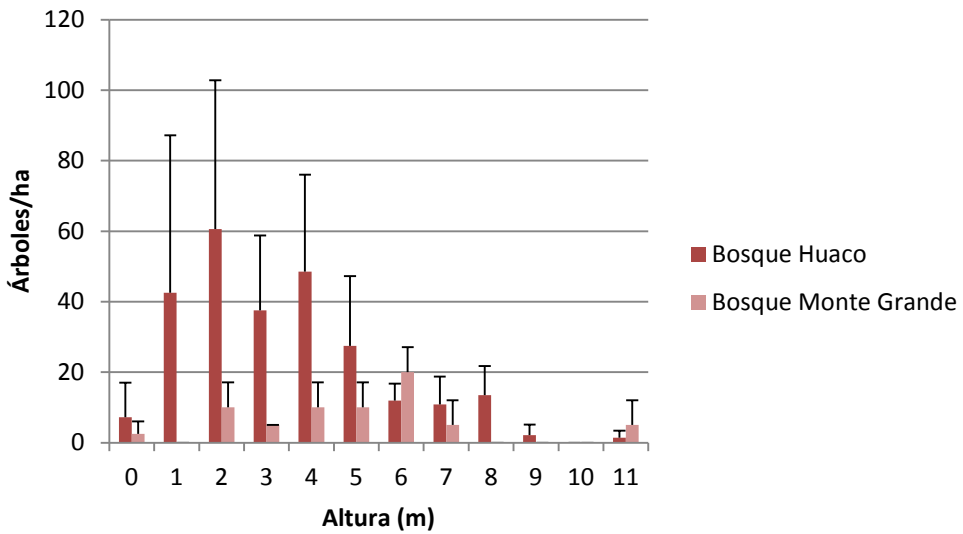


Figura 9b: Distribución de frecuencias de las alturas (en metros) para todas las clases diamétricas del Bosque Huaco y del Bosque Monte Grande.

8.5 ESTADO SANITARIO Y FORMA

El estado sanitario y la forma de los árboles de las unidades boscosas se analizaron para todas las clases diamétricas en conjunto y para los individuos adultos (diámetro basal > 7,5 cm).

En cuanto a la sanidad general de los bosques, se observan los siguientes resultados: para el **Bosque La Ciénaga**, el 63,9 % de los árboles estaban sanos, 19,3 % con sanidad regular, 14,3 % con sanidad mala y 2,5 % estaban muertos (Figura 10), y para el **Bosque Cauces**, el estado sanitario es similar, ya que 52,4 % de los árboles estaban sanos, 33,3 % con sanidad regular, 9,5 % con sanidad mala y sólo 4,8 % muertos. Para estos dos bosques, el estado sanitario es bueno, ya que los árboles sanos y con sanidad regular corresponden a más del 80 % del total.

La forma de los árboles del **Bosque La Ciénaga**, da como resultado para la totalidad de los árboles muestreados: 42,2 % de individuos semierectos, 40,5 % decumbentes y 17,2 % de árboles erectos. Sin embargo, si consideramos sólo los individuos adultos (DAB>7,5 cm), sólo 8,3 % de los árboles son erectos, siendo estos los individuos de mayor importancia económica para la extracción de madera de aserrío o postes. Y los árboles del **Bosque Cauces**, arrojaron los siguientes resultados en cuanto a la forma: 35 % de individuos semierectos, 40 % de decumbentes y el 25 % de árboles erectos. Estos valores se mantienen para los adultos.

Para los bosques de *P. flexuosa*, en el **Bosque Huaco**, se observan los siguientes resultados: 55,1 % de los árboles sanos, 23,7 % con sanidad regular, 12,5 % con sanidad mala y 8,8 % estaban muertos (Figura 10). Mientras que el **Bosque Monte Grande**, presenta un estado sanitario pobre, ya que 36,4 % de los árboles estaban sanos, 24,2 %

casi sano, 21,1 % casi muerto y 18,2 % de los individuos estaban muertos. El **Bosque Huaco**, presentó 18,5 % de árboles erectos, 43,9 % semierectos y 37,6 % decumbentes. Para el **Bosque Monte Grande** estos valores son: 3,7 % erectos, 48,1 % semierectos y 48,1 % decumbentes. La sanidad y forma de los algarrobos de **Monte Grande**, presentó valores bajos con respecto a los otros bosques.

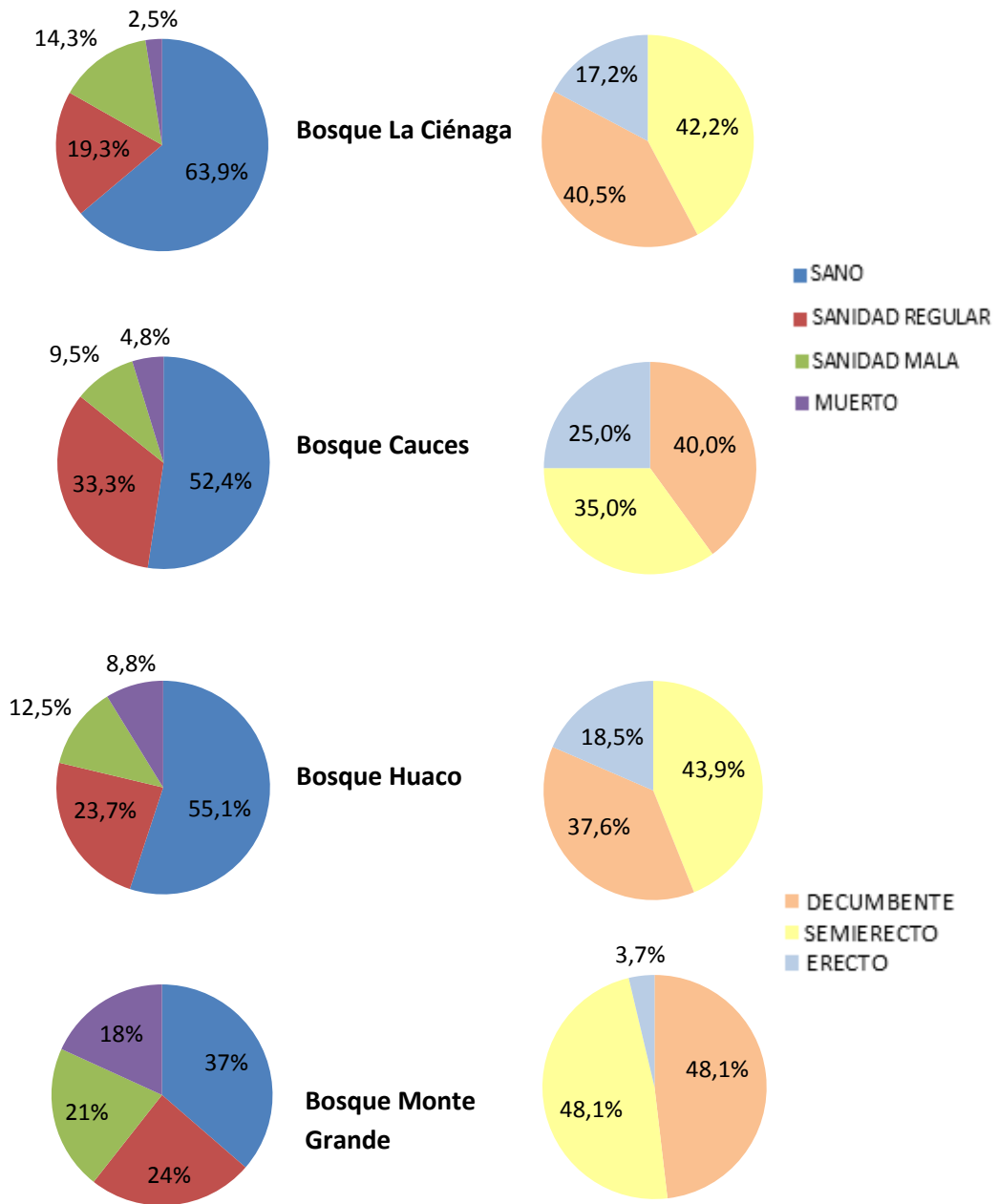


Figura 10: Izquierda: Proporción de árboles de los bosques La Ciénaga, Cauces, Huaco y Monte Grande, según su estado sanitario Sano, Sanidad Regular, Sanidad Mala o Muerto (para el total de la población). Derecha: Proporción de árboles de cada bosque según su forma: erecto, semierecto o decumbente (para el total de la población).

8.6 FUSTES

De 119 árboles muestreados en el **Bosque La Ciénaga** (74,4 individuos ha^{-1}), el 31 % de los árboles del presentó un solo fuste (23,1 individuos ha^{-1}), el 21 % dos fustes (15,6 individuos ha^{-1}), el 14,3 % tres fustes (10,6 individuos ha^{-1}) y más de tres fustes el 33,6 % (25 individuos ha^{-1}) del total de individuos. Si consideramos sólo los individuos adultos, los valores son similares: 32,1 % un solo fuste, 21,4 % dos fustes, 11,9 % tres fustes y 34,5 % más de tres fustes (Figura 11). El promedio de fustes para todo el bosque fue de 4,1 fustes. El ejemplar de mayor número de fustes posee 17.

Para el **Bosque Cauces**, de los 21 árboles muestreados (30 individuos ha^{-1}), el 38,1 % de los árboles son unifustales (11,43 individuos ha^{-1}), el 4,7 % presentó dos fustes (2,86 individuos ha^{-1}), el 28,6 % tres fustes (25,71 individuos ha^{-1}), y el 28,6 % más de tres fustes (25,71 individuos ha^{-1}) (Figura 11). El promedio de fustes para todo el bosque fue de 2,9 fustes por árbol, siendo 11 fustes el ejemplar que mayor número de fustes posee.

En el **Bosque Huaco**, del total de individuos muestreados (376 individuos), el 23,1 % presentó un solo fuste (65,9 individuos ha^{-1}), el 15,6 % presentó dos fustes (44,7 individuos ha^{-1}), el 12,5 % tres fustes (35,6 individuos ha^{-1}) y más de tres fustes un 48,8 % (138,4 individuos ha^{-1}). Si consideramos sólo los individuos adultos, los valores no varían significativamente (Figura 11). El promedio de fustes para todo el bosque fue de 4 fustes por árbol, y el árbol con mayor número de fustes posee 25 fustes.

En el **Bosque Monte Grande**, de los 33 individuos muestreados el 18,2 % fueron unifustales (15 individuos ha^{-1}), el 6,1 % presentó dos fustes (5 individuos ha^{-1}), el 12,1 % tres fustes (10 individuos ha^{-1}) y el 63,6 % más de tres fustes (52,2 individuos ha^{-1})

(Figura 11). El promedio de fustes para todo el bosque fue de 7,5 fustes por árbol. El ejemplar con mayor cantidad de fustes posee 30 fustes.

Analizando los árboles adultos de cada bosque, podemos decir que el **Bosque La Ciénaga**, el **Bosque Huaco** y el **Bosque Monte Grande**, presentan muy bajas proporciones de árboles unifustales (entre 18,2 y 32,1 %). Esta proporción indica el uso potencial de estos bosques y el tipo de manejo forestal que se les puede dar. Para la extracción maderera de mayor valor comercial (madera de aserrío), es necesario que el porcentaje de árboles unifustales sea mayor. Para este tipo de bosques, con árboles multifustales, son necesarias prácticas de manejo que tiendan a mejorar la proporción de productos maderables.

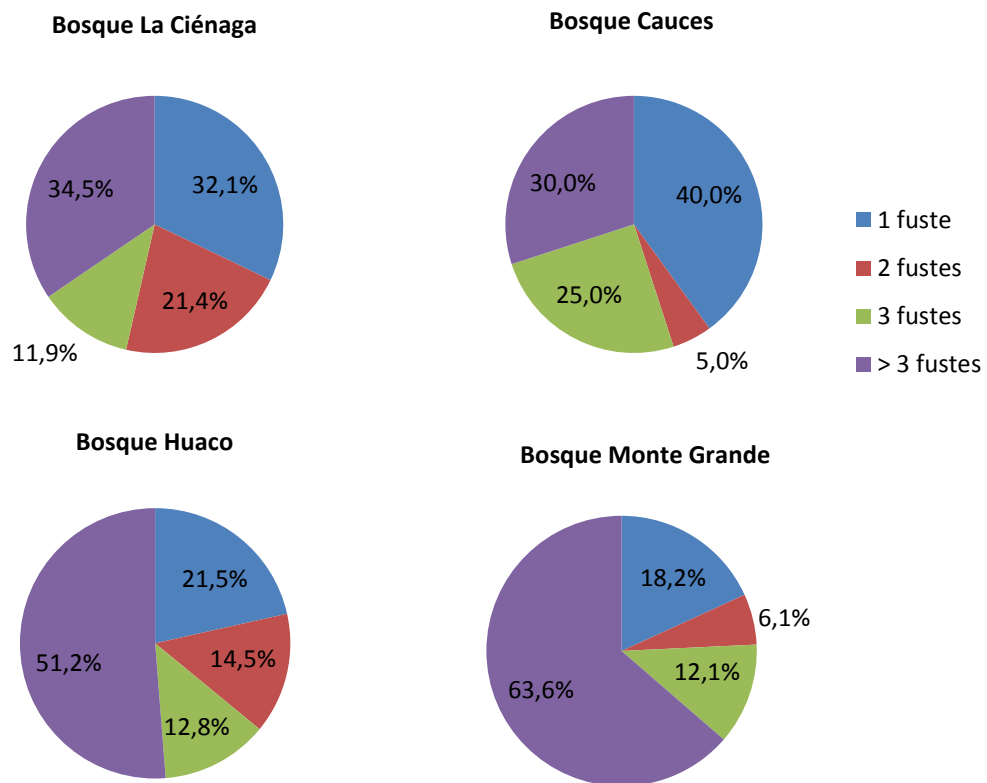


Figura 11: Porcentaje de árboles adultos según número de fustes, para los cuatro Bosques.

Analizando los parámetros anteriores para cada bosque, podemos decir que los bosques de *P. chilensis* tienen un estado sanitario bueno (más del 80 % de los árboles sanos y casi sanos). Sin embargo, en cuanto a la forma de los árboles, los valores de árboles erectos son bajos para ambos bosques. Además, vemos que el **Bosque Cauces**, presenta individuos de mayor tamaño (media adultos: 8,64 m) y tiene mayor proporción de árboles erectos y unifustales que el **Bosque La Ciénaga**, esto podría deberse a que los usos son diferentes en cada bosque. Mientras que el **Bosque La Ciénaga**, es un bosque más denso, más diverso y con buena regeneración.

En cuanto a los bosques de *P. flexuosa*, el bosque **Huaco** se encuentra menos disturbado que el **Bosque Cauces** y la calidad sanitaria también es mayor. En este caso, también vemos que el **Bosque Cauces**, presenta mayor proporción de árboles con más de tres fustes y el porcentaje de árboles erectos es muy bajo (3,7 %), esto es un indicador del uso del bosque, y de su calidad actual. Por otro lado, el **Bosque Huaco**, muestra la estructura diamétrica de un bosque con buena regeneración y buen estado sanitario.

8.7 ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE TOCONES

La distribución de frecuencias diamétricas de tocones para cada bosque, muestra los siguientes resultados: en el **Bosque La Ciénaga** los diámetros de tocones entre 15 y 40 cm son las clases más representadas; mientras que en el **Bosque Cauces**, son los diámetros de tocones entre 30 y 50 cm (Figura 12). Además, la densidad de tocones para los bosques son: 29,37 tocones ha⁻¹ para el primero y 22,86 tocones ha⁻¹ para el segundo.

En cuanto a los bosques de *P. flexuosa*, el **Bosque Huaco**, presentó tocones en casi todas las clases diamétricas, aunque con mayor frecuencia entre los 5 y los 25 cm, mientras que para el **Bosque Monte Grande**, la clase diamétrica más representada es 30 cm (Figura 12). La densidad de tocones para los bosques son: 143,9 tocones ha⁻¹ para el primero y 60 tocones ha⁻¹ para el segundo. Sin embargo, en el **Bosque Monte Grande**, se encontraron más individuos talados al ras del suelo: 15 individuos ha⁻¹ y ningún árbol muerto en pie, mientras que para el **Bosque Huaco** fue de 10,60 individuos ha⁻¹ talados al ras del suelo y 14,39 individuos ha⁻¹ muertos en pie. Esto significa que el tipo de manejo de ambos bosques es diferente.

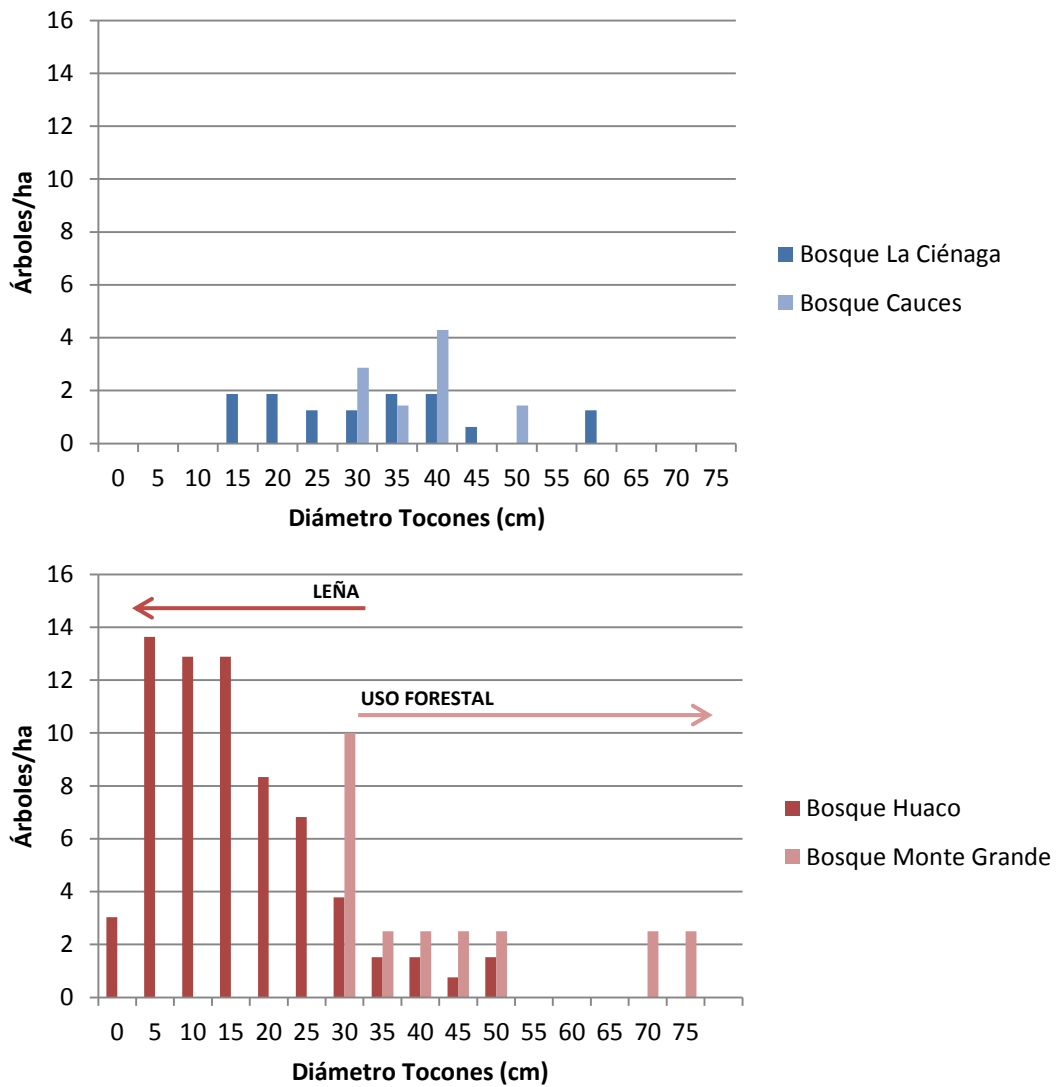


Figura 12: Estructura diamétrica de los tocones (cm) de los bosques La Ciénaga y Cauces (arriba) y de los Bosques Huaco y Monte Grande (abajo).

8.8 ÁREA BASAL TOTAL

Se obtuvieron los valores de Área Basal total por hectárea para cada bosque. Los valores de para los bosques de *Prosopis chilensis* son los siguientes: el **Bosque La Ciénaga**, presenta un área basal total de $12,69 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ y el **Bosque Cauces** de $19,75 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$. Los bosques de *P. flexuosa*, arrojaron los siguientes resultados: el **Bosque Huaco**, presenta un área basal total de $10,76 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ mientras que el **Bosque Monte Grande**, de $11,35 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$.

En el caso del **Bosque Cauces**, que es el bosque con mayor área basal total, indica que a pesar de la baja densidad de algarrobos por hectárea, estos son individuos de gran tamaño. En cambio, el **Bosque Huaco**, que es el de mayor densidad de individuos por hectárea, el área basal total es menor que en los otros bosques, indicando que estos algarrobos son de tamaños menores, con gran presencia de renovales.

Como resultado final de este trabajo, se presenta la siguiente tabla (Tabla 2), donde se exponen los principales resultados obtenidos de la estructura forestal de las comunidades de *Prosopis chilensis* y *P. flexuosa* de la Depresión del Río Bermejo, con la expectativa de que sirva de información de base para futuros estudios, así como para la toma de medidas para el manejo y la conservación de estos bosques.

Tabla 2: Tabla resumen de las variables medidas en los bosques La Ciénaga, Cauces, Huaco y Monte Grande. (Densidad total, de renovales y de adultos (DAB>7,5 cm); altura total y de adultos; diámetro de copa total y de adultos; y cobertura total y de adultos). Cada dato es presentado como medias, desviación estándar (DE) y coeficiente de variación (CV). Entre () los valores entre los cuales varió la media (valor mínimo y máximo).

VARIABLE	Parámetro	BOSQUE LA CIÉNAGA	BOSQUE CAUCES	BOSQUE HUACO	BOSQUE MONTE GRANDE
Densidad total (ind ha ⁻¹)	Media	93,1 (70,0 – 113,3)	30,6 (25,0 – 40,0)	420,1 (96,7 – 975,7)	82,5 (55,0 – 110,0)
	DE	20,3	8,2	325,8	38,9
	CV	0,22	0,27	0,77	0,47
Densidad de renovales (ind ha ⁻¹)	Media	39,3 (10,1 – 76,7)	1,67 (0,0 – 5,0)	232,6 (6,7 – 797,3)	7,5 (0,0 – 15,0)
	DE	30,29	2,89	317,7	10,6
	CV	0,77	1,73	1,37	1,41
Densidad de adultos (ind ha ⁻¹)	Media	53,8 (36,7 – 66,7)	28,9 (25,0 – 35,0)	190,1 (90,0 – 320,0)	75,0 (55,0 – 95,0)
	DE	12,7	5,4	83,4	28,3
	CV	0,24	0,19	0,44	0,38
Altura total (m)	Media	4,7 (3,7 – 5,5)	8,3 (1,8 – 15,5)	3,3 (0,2 – 10,6)	4,9 (0,4 – 11,1)
	DE	2,7	3,1	2,2	2,9
	CV	0,58	0,37	0,67	0,59
Altura adultos (m)	Media	5,9 (5,4 – 6,8)	8,6 (4,7 – 15,5)	4,5 (0,9 – 10,6)	5,4 (2,1 – 11,1)
	DE	2,0	2,7	1,9	2,2
	CV	0,34	0,32	0,41	0,59
Diámetro de la copa (m)	Media	6,3 (5,8 – 7,2)	11,4 (2,6 – 18,9)	3,9 (0,1 – 13,9)	6,4 (0,1 – 12,5)
	DE	3,6	4,2	2,9	3,0
	CV	0,45	0,37	0,76	0,47
Diámetro de la copa adultos (m)	Media	8,1 (6,2 – 9,4)	11,8 (3,8 – 18,9)	5,5 (1,1 – 13,9)	7,1 (3,1 – 12,5)
	DE	3,6	3,8	2,6	2,5
	CV	0,45	0,32	0,48	0,35
Cobertura total (%)	Media	32,7 (23,8 – 40,7)	33,0 (20,3 – 47,9)	46,8 (45,9 – 53,9)	26,7 (25,2 – 28,2)
	DE	6,5	13,9	3,2	2,16
	CV	0,20	0,42	0,07	0,08
Cobertura adultos (%)	Media	32,2 (23,2 – 40,1)	32,9 (20,3 – 47,6)	42,5 (40,3 – 46,5)	26,5 (25,2 – 25,9)
	DE	6,5	13,7	3,5	1,9
	CV	0,20	0,42	0,08	0,07
Área basal total (m ² ha ⁻¹)		12,7	19,7	10,8	11,3
Número de sitios por bosque		5	3	5	2
Número total de parcelas		15	7	14	4

8.9 ANÁLISIS DE ORDENACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREOS

8.9.1 Análisis de distribución de frecuencia de diámetros basales

La Figura 13 representa la ordenación de los sitios muestreados según la distribución de frecuencia de diámetros basales, para los algarrobales de *P. chilensis* y los de *P. flexuosa*. Podemos observar que para los algarrobales de *P. chilensis*, los sitios muestreados en Cauces (C1, C2 y C3) se relacionan con las frecuencias diamétricas de mayor diámetro basal (Fig. 13 a), en el eje 1 del análisis. En el caso de los algarrobales de *P. flexuosa* no es clara la separación de los sitios muestreados con respecto a las estructuras diamétricas (Fig. 13 b).

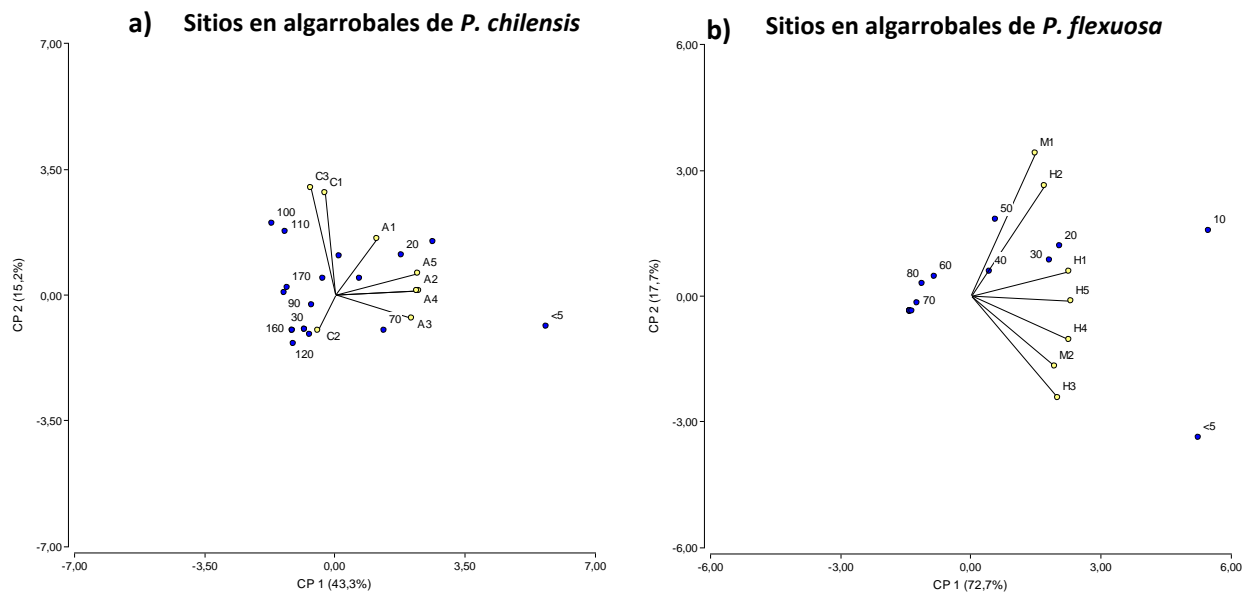


Figura 13: Ordenación de los sitios de muestreo según la estructura diamétrica. a) Sitios en algarrobales de *P. chilensis* en La Ciénaga (A) y en Cauces (C). b) Sitios en algarrobales de *P. flexuosa* en Huaco (H) y en Monte Grande (M). En amarillo los sitios de muestreo y en azul la estructura diamétrica. En eje x se representa el Componente Principal 1, en eje y el Componente Principal 2.

8.9.2 Análisis de la composición vegetal

La Figura 14 representa la ordenación de los sitios según la composición vegetal. Entre los dos ejes se explica el 34 % de la variabilidad, y el eje 1 es el que más explica, aunque solamente explica el 20 %. A la derecha del eje 1, se pueden observar los sitios de los bosques de *P. chilensis*, y a la izquierda del eje, los sitios de los bosques de *P. flexuosa*. Esto es importante, ya que corrobora que son dos comunidades vegetales diferentes. En el caso de las comunidades dominadas por *P. chilensis*, no se diferenciaron claramente las comunidades de **La Ciénaga** de las de **Cauces**; y en las de *P. flexuosa*, no se separaron claramente las de **Huaco** con las de **Monte Grande**.

En el gráfico es posible ver que la especie *P. flexuosa*, se encuentra acompañado por algunas especies como *Capparis atamisquea*, *Geoffroea decorticans*, *Suaeda divaricata*, *Atriplex spgazzini*, y por el contrario, *P. chilensis*, se encuentra acompañada por *Prosopis torquata*, *Acacia furcatispina*, *Zuccagnia punctata*, *Cereus aethiops*, *Bidens andicola*, *Larrea divaricata*, reafirmando la separación entre los sitios.

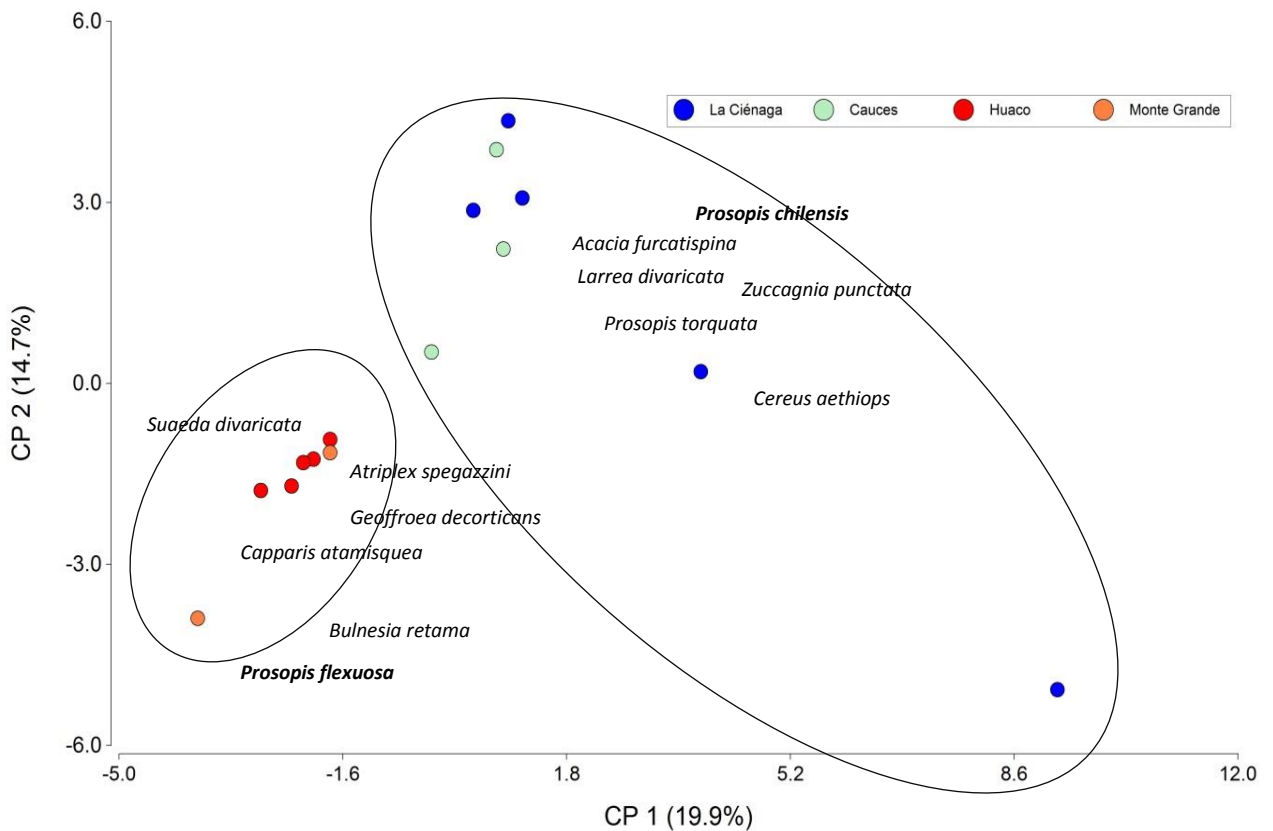


Figura 14: Análisis de Componentes Principales según la composición vegetal de los sitios de muestreo de los Bosques La Ciénaga, Cauces, Huaco y Monte Grande.

8.10 ESTADO DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LOS ALGARROBALES

8.10.1 Signos de uso y degradación

El porcentaje de suelo desnudo y removido (> 30%), con evidencia de pisoteo, así como los caminos para el transporte de leña, son signos del uso que presenta el **Bosque Huaco**. Además, en varios cuadrantes de vegetación se observó la presencia de leña seca en el suelo, producto de la tala probablemente. Otra evidencia del uso de este

bosque para leña, es un sector del bosque quemado, con signos de extracción de leña y carbón (Fotos 5 y 6).

La presencia y cobertura de gramíneas y herbáceas para este bosque fue muy baja, lo cual podría significar que la presión por uso ganadero es alta.



Foto 5 y 6: Izquierda: Fotografía de un sector quemado del Bosque Huaco. Derecha: Camino para transporte de leña, en el Bosque Huaco. Fuente: Facundo Rojas, 2013.

La cercanía del Bosque Huaco al pueblo, explica probablemente la fuerte presión de uso. Además, se estima que el pueblo se desarrolló sobre el algarrobal, ya que actualmente es posible ver algarrobos de gran tamaño dentro del pueblo, en las parcelas cultivadas y también en parcelas abandonadas (Figura 15).

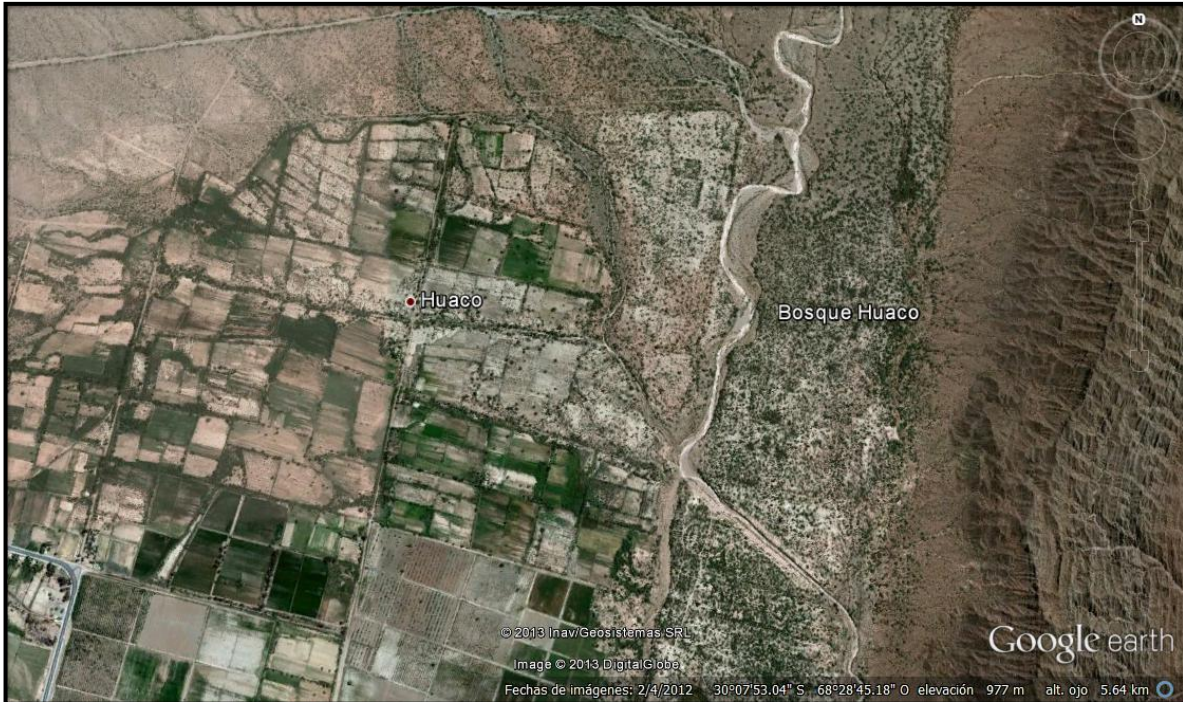
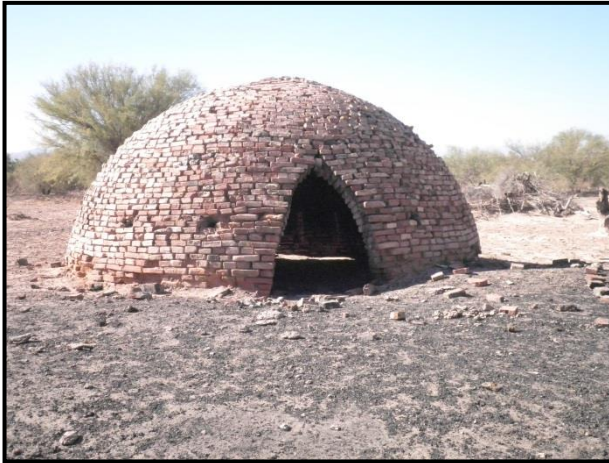


Figura 15: En la imagen satelital se puede ver al Bosque Huaco y al pueblo Huaco inmediato al bosque. Fuente: Google Earth, fecha de la imagen: 02/04/2012.

El **Bosque Monte Grande**, es el que presenta mayor grado de disturbio. A pesar de encontrarse a mayor distancia del pueblo de Huaco que el bosque anterior, las vías de acceso son más fáciles, ya que se accede directo por la RN 40 y desde la ruta, existe una picada en muy buen estado hacia el bosque. Dentro de este bosque, existen dos puestos (actualmente deshabitados), y también se encontraron dos hornos de carbón (Foto 7). Probablemente es el bosque que tiene una historia de uso más prolongado y de mayor intensidad.

Estos algarrobos tendrían un uso forestal más que para leña, como en el caso del **Bosque Huaco**, ya que como se vio antes, la distribución de frecuencias de tocones para el **Bosque Monte Grande**, (> 30cm) indicarían uso forestal.

Este bosque se encuentra bajo Categoría II de conservación.



Fotos 7 y 8: Izquierda: Horno de carbón en el Bosque Monte Grande. Derecha: Fotografía del Bosque Monte Grande, donde puede verse un árbol talado. Fuente: Ania Gil, 2013.

El **Bosque La Ciénaga**, presenta evidencias de extracción de leña por los pobladores locales. En este bosque también se encontró un área quemada, pero por la lejanía a la zona urbana no se atribuyó a una quema para extracción de leña y carbón, sino que teniendo en cuenta la presencia de ganado en esa zona, se atribuye a una quema de la vegetación para favorecer la regeneración de pastos y otras plantas para el ganado.

El **Bosque Cauces**, también tienen signos de extracción de leña y al igual que el **Bosque Monte Grande**, tiene fácil acceso desde la ruta 40.

Todos los bosques presentan signos de uso y de degradación forestal. Sin embargo, teniendo en cuenta los parámetros analizados anteriormente, podemos decir que los bosques **La Ciénaga** y **Huaco** se encuentran menos disturbados que los bosques **Cauces** y **Monte Grande**, respectivamente. Mientras que el bosque **La Ciénaga**, es el que presenta mayor estado de conservación, ya que se encuentra dentro de un Área Protegida.

8.10.2 Áreas prioritarias de conservación

Teniendo toda la información disponible, compuesta por el mapa de bosques propuesto por la Subsecretaría de Conservación y Áreas Protegidas de la Provincia de San Juan (Figura 16), con base en los Criterios de conservación de la ley de ordenamiento de BN, el análisis de la estructura forestal de los bosques y teniendo en cuenta el estado de conservación, proponemos revisar las categorías de conservación (Anexo 2) de los cuatro bosques.

En el mapa se pueden ver zonas de Categoría I (rojo), al sur de la zona de estudio y al norte cerca de Monte Grande, éstas no fueron analizadas en este trabajo ya que, la zona del sur corresponde a un retamal (bosque de *Bulnesia retama*) que la Prov. de San Juan considera importante conservar, y, las otras áreas de categoría I corresponden a algarrobales de *P. chilensis* (com. personal Márquez J.), que debido a su ubicación, no fue posible acceder a ellas.

El **Bosque La Ciénaga** se encuentra categorizado en su totalidad como bosque amarillo, sin embargo, al ser un Área Protegida, debería pasar a categoría I. Además, el bosque presenta buen estado sanitario y las características biológicas de este bosque, y su función de protección de cuencas, merecen una mayor protección.

El **Bosque Huaco**, presenta un sector actualmente de categoría III de conservación y otro sector menor de categoría II. Considerando la estructura poblacional de este bosque y su estado sanitario, y el hecho de que es el único bosque de *Prosopis flexuosa*, con estas características de la zona, proponemos mudar a una categoría de mayor conservación. Por lo tanto, debería mudarse a categoría I y categoría II. Tanto en las imágenes satelitales como en el campo, pudimos comprobar que existen zonas dentro de este bosque, con una alta densidad de árboles en buen estado sanitario, y con buena

regeneración, que tienen un difícil acceso, ya que existen cárcavas de gran profundidad que limitan su accesibilidad. Sería conveniente considerar esta zona como categoría I (rojo). El resto del bosque, podría cambiarse a categoría II, actuando como zona buffer del área de mayor protección, ya que esta área se encuentra hacia el este del bosque, limitando con la sierra de los Morados.

La sanidad y el estado general del **Bosque Monte Grande** es baja, a comparación del bosque anterior, y como vimos existe una fuerte presión sobre este algarrobal. Se encuentra como categoría II de conservación, la cual creemos que es correcta. Sin embargo, se recomienda reforzar los esfuerzos de protección de este bosque. Siendo así, es necesario aumentar los controles y la fiscalización, lo cual se podría realizar mediante la incorporación de más Agentes de Conservación.

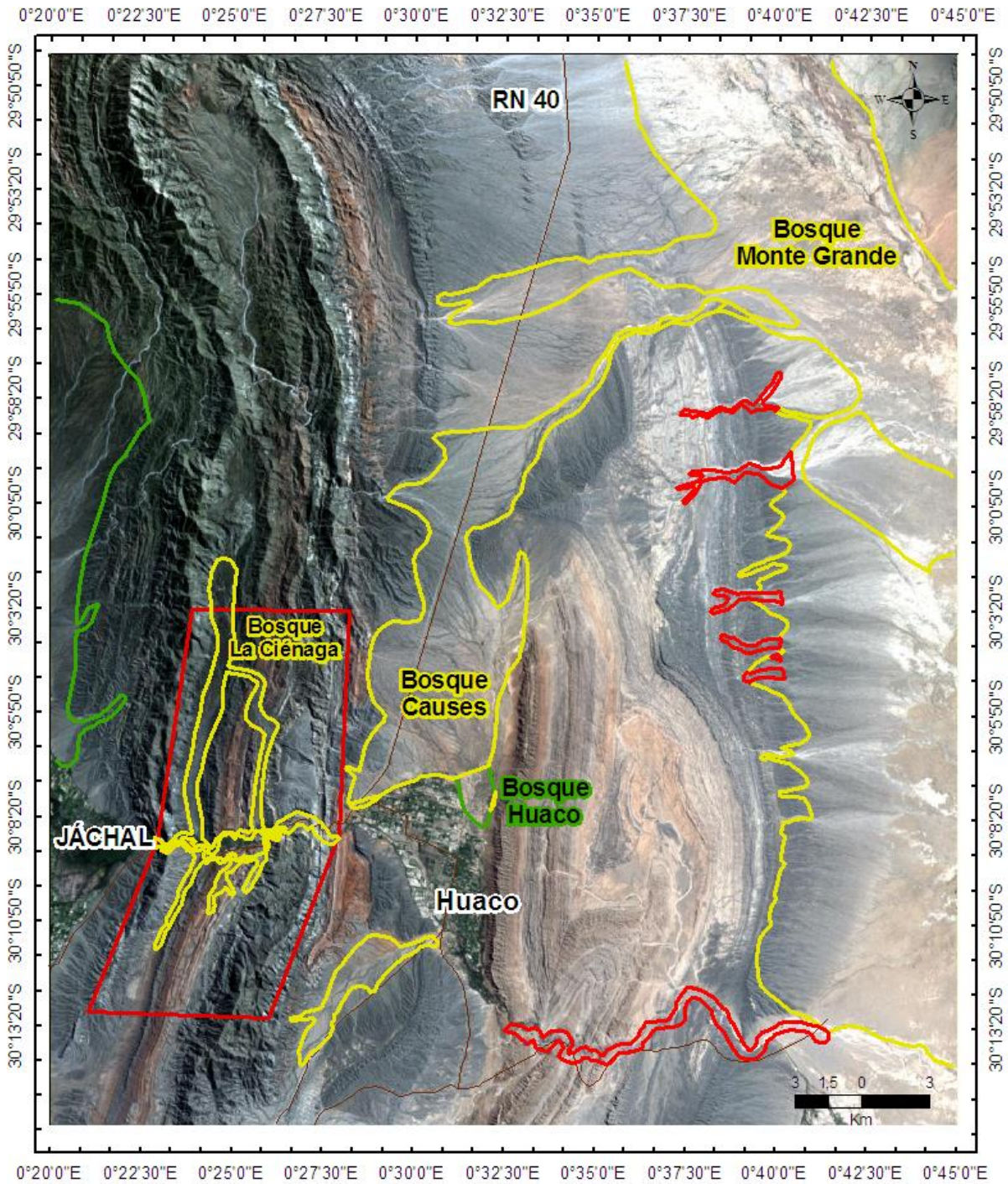
Además, se podrían pensar en acciones de recuperación de este bosque. El Área Protegida La Ciénaga, cuenta con un vivero de especies nativas que podría utilizarse para la remediación de este algarrobal.

Tabla 3: Categorías actuales (Secretaría de Conservación y Áreas Protegidas de San Juan) y propuestas (tesina) para los bosques La Ciénaga, Cauces, Huaco y Monte Grande.

Bosque	Categoría actual (Subsecretaría de Conservación y Áreas Protegidas de San Juan)	Categoría propuesta
La Ciénaga	Categoría II (amarillo)	Categoría I (rojo)
Cauces	Categoría II (amarillo)	Categoría II (amarillo)
Huaco	Categoría II (amarillo)	Categoría I (rojo)
	Categoría III (verde)	Categoría II (amarillo)
Monte Grande	Categoría II (amarillo)	Categoría II (amarillo)

Como resultado de la sanción de la ley de Bosques en San Juan y del compromiso de Subsecretaría de Conservación y Áreas Protegidas de la Provincia de San Juan, se han alcanzado mejoras en la protección de los bosques de la zona. Actualmente se cuenta con un inventario de los bosques, buena infraestructura (destacamento de Áreas Protegidas en la zona, camioneta, etc.), un vivero de especies nativas y Agentes de Conservación con poder de policía para actuar en el área.

Sin embargo, existía una carencia de información sobre la estructura forestal y el estado sanitario de estos bosques, por lo que esperamos que a partir de este trabajo, se pueda subsanar esa falta, y realizar un análisis mejorado de los bosques para futuras decisiones.



Fuente: Subsecretaría de Conservación y Áreas Protegidas de San Juan

Figura 16: Mapa de los bosques nativos de la zona de estudio, según las categorías de conservación. Mapa de elaboración propia, con datos de la Subsecretaría de Conservación y Áreas Protegidas.

9. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a partir de esta tesina, aportan información relevante en cuanto a la estructura forestal de los bosques, el análisis de la vegetación y las pautas de manejo recomendadas. Estos datos, junto al mapa de bosques obtenido e información local disponible en la Provincia de San Juan sobre estos bosques, van a promover la conservación, mejoramiento y uso de los mismos.

El mapa de bosques generado a partir de la clasificación realizada dio buenos resultados, siendo el método de clasificación supervisada “Maximum likelihood”, el que mejor separó las clases de los bosques, en comparación con el método de clasificación no supervisada. Este método, es el que mejor se adapta en general al bosque y en particular al bosque de zonas áridas (Villagra y Delgado, datos no publicados; Zorogastúa Cruz et al, 2011; Rojas, 2012). Las cuatro clases de bosques: **Bosque La Ciénaga**, **Bosque Cauces**, **Bosque Huaco** y **Bosque Monte Grande**, se ajustaron en general correctamente. Sin embargo, se cree que los algarrobales de *P. chilensis*, que son bosques en galería, podrían estar sobrestimados, ya que el mapeo de este tipo de bosques presenta complicaciones para su clasificación.

Las comunidades vegetales descritas en este trabajo son: algarrobales de *Prosopis chilensis* y algarrobales de *P. flexuosa*. En el caso de *P. chilensis*, los dos bosques (**Bosque La Ciénaga** y **Bosque Cauces**) presentaron mayor diversidad de especies que los bosques de *P. flexuosa* y se encontraron sobre los cauces de ríos temporales. Femenía (1993) describe las comunidades de *Prosopis* de Talampaya (La Rioja), a 60 km aproximadamente de la zona de estudio de este trabajo, e indica que la comunidad de *P. chilensis* es una comunidad más numerosa y rica en especies, por encontrarse en zonas de mayor disponibilidad de humedad en relación a la comunidad de *P. flexuosa*. Además,

las especies descritas para las comunidades de este trabajo, corresponden con las descritas por el autor para Talampaya. Algunas de las especies características y con mayor presencia de la comunidad de *P. flexuosa*, son: *Atriplex lampa*, *Suaeda divaricata*, *Mimosa ephedroides*, *Pappophorum caespitosum*, *Bulnesia retama*, *Tricomaria usillo*, *Atriplex lithophylla*, *Bougainvillea spinosa*, entre otras. Para la comunidad de *P. chilensis*, estas especies son: *Acacia aramo*, *Cercidium australe*, *Capparis atamisquea*, *Lycium chilensis*, *Lycium tenuispinosum*, *Larrea divaricata*, *Proustia cuneifolia*, *Lippia integrifolia*, *Cassia aphylla*, *Geoffroea decorticans*, entre otras; y, algunas de las especies acompañantes son: *Tweedia brunonis*, *Zuccagnia punctata*, *Bulnesia retama*, *Tricomaria usillo*, *Cyclolepis genistoides*, *Prosopis flexuosa*, entre otras. Esta descripción de las comunidades vegetales coincide en general con las comunidades de *Prosopis* de la Depresión del Río Bermejo (ver Inventario florístico, Anexo 5). Además, se corrobora que son comunidades vegetales diferentes a partir del análisis de componentes principales (CPA) (ver Figura 14).

La proporción de individuos erectos y de un solo fuste, es un indicador del uso potencial del bosque, ya que la forma de los árboles permite o no que estos puedan ser aprovechados para extracción de maderas de mayor valor forestal (como madera para muebles o postes) o menor valor (como leña). En otros algarrobales del Monte con características parecidas a estos bosques (multifustalidad y árboles decumbentes), Alvarez et al. (2006) afirma que estas características limitan las posibilidades de uso de los bosques a la producción de leña y/o carbón, y otros beneficios indirectos. Además, (Alvarez y Villagra, 2009) señalan que en zonas de baja productividad, la extracción de leña seca surge como una actividad de bajo impacto que permite complementar otras actividades productivas. Por lo tanto, la legislación forestal debería ajustarse a los diferentes lugares de acuerdo a la productividad biológica de los bosques, teniendo en

cuenta no solo su uso para extracción maderera, sino también de otros recursos (pastoreo, apicultura) (Villagra et al., 2005).

Considerando la estructura poblacional y la forma de los árboles de los bosques **La Ciénaga** y **Huaco**, sugieren que no es posible la planificación de un manejo tendiente a la extracción de productos forestales de alto valor, sino que la disponibilidad se limita a leña o carbón, y una baja producción de postes. En cuanto al bosque **Cauces**, a pesar de ser el bosque que presentó mayor proporción de árboles unifustales y erectos, la densidad de algarrobos es muy baja (30,6 individuos ha⁻¹) como para pensar en algún tipo de aprovechamiento forestal, y además, este algarrobal presenta una población de árboles longevos, es decir, que la regeneración del bosque es muy baja.

Otro indicador del uso potencial de los bosque es la calidad de la madera de cada especie forestal, y en este caso vemos que los bosques de *P. flexuosa* tienen mayor presión de uso que los *P. chilensis*, esto podría deberse a que la calidad de la leña de *P. flexuosa* es mayor que la de *P. chilensis* (Karlin et al., 1997).

Los algarrobales de la Depresión del Río Bermejo, sufren diversos disturbios que determinan la estructura forestal de las poblaciones. Entre estos disturbios, se encuentra el uso del bosque para ganado, que según Villagra et al. (2009) tendría efectos negativos directos sobre el algarrobal, por ejemplo, el incremento de parches de suelo desnudo y la reducción de la cobertura total de plantas y de pastos, son los efectos más claro del pastoreo.

Como señalamos anteriormente, diferencias en la estructura y la productividad de los bosques refleja diferencias en las variables ambientales como temperatura media, disponibilidad de agua, extensión del período de crecimiento, período libre de heladas, historia de uso del suelo y el potencial genético de crecimiento a lo largo del gradiente

latitudinal (Cony, 1996). Villagra et al., (2005) sugieren que para el manejo de los bosques del Monte a lo largo de ese gradiente latitudinal (Pipanaco, Fiambalá, Telteca, Ñacuñán) se necesitan distintas prácticas de manejo si se quiere alcanzar la sustentabilidad de estos bosques. Las poblaciones norteñas (Bolsón de Fiambalá y Salar de Pipanaco en Catamarca) poseen mayor densidad de árboles con diámetros basales grandes (> 35 cm), los individuos son más altos (6-12 m) y de mayor diámetro de copa (8-12 m), la cobertura arbórea, el diámetro y altura de fuste, la mayoría son erectos y unifustales y la biomasa forestal del bosque puede llegar a 42 Tn ha^{-1} (Villagra y Alvarez, 2006). De acuerdo a la estructura forestal y productividad, los bosques de Pipanaco podrían ser usados para producción de madera con algunas restricciones. Por el contrario, la baja productividad y multifustalidad de los algarrobos de Telteca y Ñacuñán pueden sostener una combinación de uso local para leña y otras actividades extractivas como pastoreo extensivo por ganado. Las poblaciones del Monte central (Telteca, Ñacuñán y General Alvear en Mendoza) poseen menor densidad de individuos maderables, los individuos son más bajos (3- 7 m), el diámetro de copa es menor (3 -6 m) ($<$ cobertura), la mayor proporción de los individuos son decumbentes y multifustales, los fustes son de menor tamaño y la biomasa varía entre 9 y 12 Tn ha^{-1} (Villagra y Alvarez, 2006). Desde un punto de vista forestal esto representa un problema que disminuye la calidad de los productos y la rentabilidad por lo que debería ponerse a prueba si trabajos silviculturales como podas de formación puede mejorar este atributo estructural del bosque (Alvarez et al., 2006).

Estas diferencias según el gradiente latitudinal, se estarían cumpliendo también para los **Bosque Huaco** y **Monte Grande**, ya que los valores los individuos presentan valores intermedios entre las poblaciones del norte y las del sur. La altura promedio de los individuos es 4,5 m; el diámetro de la copa es entre 5,1 y 7,5 m (cobertura intermedia). Esto también se ve en los valores de Área Basal Total (ABT), ya que el ABT para el

Bosque de Pipanaco es de $17,06 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, para el bosque de Telteca es de $7,45 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ y para Ñacuñán es de $4,88 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$. Mientras que para el Bosque Huaco es de $10,8 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ y para Monte Grande de $11,3 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (Figura 17).

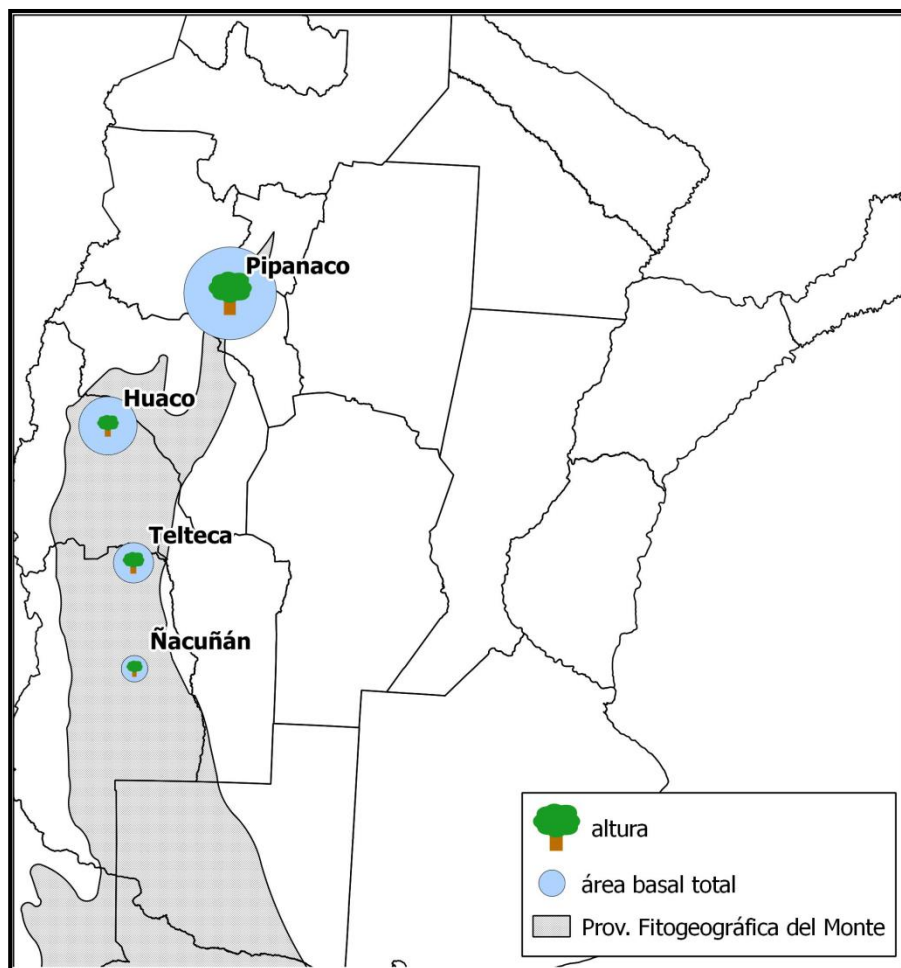


Figura 17: Mapa de la Provincia Fitogeográfica del Monte, con datos de altura y área basal total para cuatro bosques del Monte: Pipanaco, Huaco, Telteca y Ñacuñán.

En el Monte la productividad maderable se encuentra entre $1,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ en Pipanaco, $0,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ en Telteca y $0,1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ en Ñacuñán lo que indica que el potencial económico de estos bosques varía de acuerdo a las condiciones ecológicas (Villagra et al., 2005). Para completar esta comparación, deberían realizarse estudios de biomasa y crecimiento para los **Bosques Huaco y Monte Grande**.

10. CONCLUSIONES

En esta Tesina, se estudiaron los bosques de algarrobo de la Depresión del Río Bermejo, analizando 4 masas boscosas según la clasificación realizada previamente. El **Bosque La Ciénaga** y el **Bosque Cauces**, corresponden a algarrobales en galería de *Prosopis chilensis*, y los bosques **Huaco** y **Monte Grande**, a algarrobales de *P. flexuosa*.

Se analizaron las estructuras forestales, el estado sanitario y de conservación de los cuatro bosques, realizando comparaciones entre los bosques de la misma especie, dando como resultado que los bosques **La Ciénaga** y **Huaco**, presentan menor grado de disturbio que los bosques **Cauces** y **Monte Grande**, respectivamente.

La densidad del total de la población de *P. chilensis* en los dos bosques muestra que el **Bosque La Ciénaga** es más denso (93,1 árboles ha⁻¹) que el **Bosque Cauces** (30,6 árboles ha⁻¹), y presenta mayor cantidad de renovales (clase de regeneración). El **Bosque Cauces**, con menor densidad, es el que presenta árboles más grandes, seguramente longevos, con el mayor diámetro basal, altura y cobertura, pero la menor regeneración. El **Bosque La Ciénaga** tiene menor Área Basal Total (19,7 m²ha⁻¹) que el **Bosque Cauces** (12,7 m²ha⁻¹), esto indicando que los individuos son de menor tamaño.

Para los bosques de *P. flexuosa*, la densidad del total del **Bosque Huaco** fue considerablemente mayor (420,1 árboles ha⁻¹) que el **Bosque Monte Grande** (82,5 árboles ha⁻¹). Presentaron diferencias en densidad de renovales, porcentaje de cobertura de *Prosopis*, y demás parámetros analizados, siendo el **Bosque Huaco** un bosque con buen estado sanitario, buena regeneración y mayor porcentaje de cobertura, a diferencia del **Bosque Monte Grande**, un bosque con un estado sanitario pobre, muy baja regeneración y alto grado de disturbio. A pesar de la baja densidad de población, el Área

Basal Total dio mayor para el **Bosque Monte Grande** ($11,3 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$) que para el **Bosque Huaco** ($10,8 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$), esto indica que el primer bosque presenta individuos de mayor tamaño y el segundo una gran cantidad de renovales.

Los bosques presentaron gran proporción de árboles multifustales y decumbentes, esto hace que su uso no sea adecuado como madera de alto valor comercial. El bosque que presentó mayor proporción de árboles erectos y unifustales es el **Bosque Cauces**, sin embargo su utilización tampoco sería adecuada, ya que la densidad poblacional de este bosque es muy baja y no tiene buena regeneración.

En todos los bosques se encontraron signos de uso por parte de los pobladores locales, siendo el **Bosque Monte Grande** el de mayor presión de uso. Sin embargo, existen diferencias entre los tipos de usos. Los bosques de *P. chilensis* se realiza extracción de leña principalmente. En cuanto los bosques de *P. flexuosa*, en el **Bosque Huaco** se realiza extracción de leña y pastoreo, en cambio el **Bosque Monte Grande** tiene un uso forestal, es decir, de extracción de madera.

El estudio de la estructura forestal y el estado de conservación de los bosques permitió proponer áreas prioritarias de conservación para estos algarrobales, siendo necesario mudar en el **Bosque La Ciénaga y Huaco** las categorías de conservación dadas por la Provincia de San Juan. Otra recomendación es mejorar los controles en todos los bosques, y relacionar estas actividades de control y fiscalización, con actividades de divulgación y educación, para mejorar la valoración de estos bosques por parte del pueblo sanjuanino, ya que la conservación está relacionada con el conocimiento. Esto debe ser complementado con otros estudios ecológicos realizados en esta región (estudio de base del Área Protegida La Ciénaga, inédito).

Las recomendaciones de manejo sustentable deberían promover la conservación de los bosques en cauces (*P. chilensis*), promoviendo a aumentar la regeneración natural siendo no conveniente realizar extracciones de ningún tipo, ya que el **Bosque La Ciénaga** pertenece a una reserva provincial y el **Bosque Cauces** presenta escasos individuos en todas las clases diamétricas. Considerando que el acceso principal a los cauces es por la Ruta 40, sería conveniente indicar a través de cartelería específica la importancia de la conservación y no extracción de madera de estos algarrobos. Con respecto a los algarrobales de *P. flexuosa* (**Bosque Huaco** y **Bosque Monte Grande**), el cuidado de la regeneración natural es básico para la conservación de los mismos. Debido a que los pobladores van a continuar haciendo uso de los recursos forestales (en el corto plazo), sería conveniente que estas extracciones estuvieran de acuerdo con los principios de sustentabilidad del bosque: extracción de leña seca en sitios permitidos, así como postes de diferentes tamaños. Puede ser factible el uso de técnicas silvícolas como la poda de formación para mejorar la calidad de los productos forestales y aprovechar la madera extraída como leña o carbón.

La relevancia de este estudio radica en el aporte de información de base sobre la estructura forestal y el estado de conservación de los bosques de *Prosopis*, para los gestores de los mismos. A partir de estos datos y del mapa de bosques generado, se espera que pueda realizarse un manejo más adecuado de los ecosistemas boscosos de la Depresión del Río Bermejo, ya que para estos bosques es necesario no solo implementar medidas que permitan regular y controlar la disminución de la superficie de bosques nativos existentes, sino que también, tiendan a mejorar y mantener los procesos ecológicos y culturales que benefician a la sociedad. Esto es fundamental en las zonas áridas, donde los bosques a pesar de su baja productividad son fuente de recursos para

las sociedades que dependen de ellos, y donde las decisiones y el manejo de estos recursos tienen gran incidencia.

11. BIBLIOGRAFÍA

- ABRAHAM, E.; VALLE, H.F.; ROIG, F.; TORRES, L.; ARES, J. O.; CORONATO, F. y GODAGNONE, R. (2009). Overview of the geography of the Monte Desert biome (Argentina). *Journal of Arid Environments*, 73(2), 144–153.
- ABRAHAM, M.E. y PRIETO, M.R. (1999). Vitivinicultura y desertificación en Mendoza. En: García Martínez B., editor. Estudios de historia y ambiente en América: Argentina, Bolivia, México, Paraguay. México: IPGH – Colegio de México; 109-35.
- ACOSTA, J.C. y MURÚA, F. (2001). Inventario de la Avifauna del Parque Natural Ischigualasto, San Juan, Argentina. *Notulas Faunísticas, Segunda Serie*, 3:1-4.
- ACOSTA, J.C., MURÚA, A.F. y MONETTA, A. (1997). Lista de Vertebrados del Parque Provincial Ischigualasto, San Juan, Argentina. Actas VIII Congreso Iberoamericano de Biodiversidad y Zoología de Vertebrados. 22 al 25 de abril de 1997. Universidad de Concepción, Chile.
- ACOSTA, J.C., y MURÚA, F. (1998). Lista preliminar y estado de conservación de los reptiles del Parque Natural Ischigualasto, San Juan - Argentina. *Multequina*, 7, 49–59.
- ACOSTA, J.C., y MURÚA, F. (1999). Lista preliminar y estado de conservación de la mastofauna del Parque Natural Ischigualasto, San Juan-Argentina. *Multequina*, 8, 121–129.
- ADAMO, S.B. (2003). Vulnerable People in Fragile Lands : Migration and Desertification in the Drylands of Argentina. The case of the Department of Jáchal. PhD Dissertation. University of Texas at Austin. 297 pp.
- ADAMO, S.B. y CREWS-MEYER, K.A. (2006). Aridity and desertification : Exploring environmental hazards in Jáchal, Argentina. *Applied Geography*, 26, 61–85.
- ALLUB, L. y GUZMÁN, L. (2000). Las estrategias de sobrevivencia de los pequeños productores rurales de Jáchal, San Juan, Argentina. *Estudios Sociológicos, XVIII* (001), 125–165.
- ALVAREZ, J.A. (2002). Estructura forestal del bosque de Algarrobos (*Prosopis flexuosa*) del noreste de Mendoza y su aplicación al manejo. Tesis de Licenciatura. Universidad de Congreso, Mendoza, Argentina. 70 pp.
- ALVAREZ, J.A. (2008). Bases ecológicas para el manejo sustentable del bosque de Algarrobos (*Prosopis flexuosa* DC.) en el noreste de Mendoza. Argentina. Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Comahue, Bariloche (Argentina).
- ALVAREZ, J.A. y VILLAGRA, P.E. (2009). *Prosopis flexuosa* DC. (Fabaceae, Mimosoideae). *KURTZIANA*, 35(1), 49–63.
- ALVAREZ, J.A.; VILLAGRA, P.E. y VILLALBA, R. (2011a). Factors controlling deadwood availability and branch decay in two *Prosopis* woodlands in the Central Monte, Argentina. *Forest Ecology and Management*, 262, 637–645.
- ALVAREZ, J.A.; VILLAGRA, P.E.; CONY, M.A.; CESCO, E.M. y BONINSEGNA, J.A. (2006). Estructura y estado de conservación de los bosques de *Prosopis flexuosa* D.C. (Fabaceae, subfamilia: Mimosoideae) en el noreste de Mendoza (Argentina). *Revista Chilena de Historia Natural*. 79: 75-87.
- ALVAREZ, J.A.; VILLAGRA, P.E.; VILLALBA, R.; CONY, M.A. y ALBERTO, M. (2011b). Wood productivity of *Prosopis flexuosa* D.C. woodlands in the central Monte: Influence of population structure and tree-growth habit. *Journal of Arid Environments*, 75, 7–13.
- ATLAS TOTAL DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (1982). Volumen 2. Centro Editor de América Latina, Buenos Aires.

- BARBOUR, M.G.; BURK, J.H.; PITTS, W.D.; GILLIAN, F.S. y SCHWARTZ, M.W. (1998). *Terrestrial Plant Ecology*. Third edition. Benjamin/Cummings. 649 pp.
- BERCOVICH, N. (2000). Evolución y situación actual del complejo forestal en Argentina. División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID/IDRC). 67 pp.
- BRAUN BLANQUET, J. (1979). *Fitosociología*. Blume. Madrid. 819 pp.
- BURGER, J.A. (2009). Management effects on growth, production and sustainability of managed forest ecosystems: Past trends and future directions. *Forest Ecology and Management* 258, 2335–2346.
- BURKART, A. (1976). A monograph of genus *Prosopis* (Leguminosae subfam. Mimosoideae). [Part 1.]. *Journal of the Arnold Arboretum*, 57(3), 219-249.
- BURKART, R.; FERNÁNDEZ, J.G. y RIEGELHAUPT, E. (1996). Estado actual del uso y la conservación de los Bosques Nativos en Argentina. *Diagnóstico preparado por Fundación para la Conservación de las Especies y el Medio Ambiente (FUCEMA)*. UICN.
- CABRERA, A.L. (1976). Regiones Fitogeográficas Argentinas. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. 2ª Edición. Tomo II. Fascículo I. Acme S.A.C.I., Buenos Aires. Argentina. 85 pp.
- CANEVARI, M. y VACCARO, O. (2007). Guía de mamíferos del Sur de América del Sur. 1ra de.- Buenos Aires: L.O.L.A., I 424 pp.
- CAVAGNARO, J.B. y PASSERA, C.B. (1993). Relaciones hídricas de *Prosopis flexuosa* (algarrobo dulce) en el Monte, Argentina. En: IADIZA (Ed.). *Contribuciones Mendocinas a la Quinta Reunión de Regional para América Latina y el Caribe de la Red de Forestación del CIID. Conservación y Mejoramiento de Especies del Género Prosopis*. Mendoza, Argentina. 73-78.
- CENTRO REGIONAL DE AGUA SUBTERRÁNEAS C.R.A.S. (1972) Investigación del agua subterránea en los Valles de Jáchal-Niquivil y Huaco, Provincia de San Juan. San Juan: C.R.A.S. 191 pp.
- CESCA, E. (2003) Efecto de *Prosopis flexuosa* sobre las especies palatables y su importancia para el manejo pastoril de los algarrobales del noreste de Mendoza. Tesis de Licenciatura, Universidad del Congreso, Mendoza, Argentina. 61 pp.
- CESCA, E. (2011). Influencia del fuego en la estructura y dinámica de los algarrobales del sudeste de Mendoza, Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba (Argentina). 132 pp.
- CHUVIECO, E. (1996). *Fundamentos de teledetección espacial*. 3a ed. Revisada. Madrid (España), Rialp, S.A. 568 pp.
- CHUVIECO, E. (2009). *Teledetección ambiental*. 3ra edición. Editorial Ariel S.A., Barcelona. 586 pp.
- CONY, M. (1995). Reforestación Racional de Zonas Áridas y Semiáridas con árboles multipropósitos. *Interciencia* 20 (5), 249–253.
- CONY, M. (1996). Genetic variability in *Prosopis flexuosa* D. C., a native tree of the Monte phytogeographic province, Argentina. *For. Ecol. Manage.* 87: 41-49.
- CONY, M. A., y TRIONE, S. O. (1996). Germinación bajo estrés hídrico y salino de dos especies nativas de algarrobo. Su variabilidad genética. *Actas XXI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal*. Mendoza: 130-131.
- CUETO, V.R.; LÓPEZ DE CASENAVE, J.; SAGARIO, M.C. y DAMONTE, J. (2005). Relación aves-vegetación: Importancia de los algarrobales para la avifauna del desierto del Monte. *La situación Ambiental Argentina 2005*. 234-239.

- DEAL, R.L. y WHITE, R. (2012). Integrating forest products with ecosystem services: a global perspective. *Forest Policy and Economics* 17, 1–2.
- Decreto Nacional 1332/02. Decreto de creación del Programa Social de Bosques "ProSoBo" en el ámbito de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA (2007). Relevamiento agrícola en la provincia de San Juan. Ciclo 2006.
- DI RIENZO, J.; BALZARINI, M.; CASANOVES, F.; GONZALEZ, L.; TABLADA, E.; ROBLEDO, C. (2002). Infostat Software Estadístico versión 2. In: Grupo infoStat, F., Universidad Nacional de Córdoba, (Ed.), Córdoba, Argentina.
- DIJK, K. VAN y SAVENIJE, H. (2009). Towards national financing strategies for sustainable forest management in Latin America: Overview of the present situation and the experience in selected countries. Forestry Policy and Institutions Working Paper 21. FAO, Rome. 131 pp.
- FAO (1999). Situación de los bosques del mundo. F.A.O. 129 pp.
- FAO (2001). Situación de los bosques del mundo. F.A.O. 175 pp.
- FAO (2004). Estado y Tendencias de la Ordenación Forestal en 17 Países de América Latina por Consultores Forestales Asociados de Honduras (FORESTA). Documentos de Trabajo sobre Ordenación Forestal; Documento de Trabajo FM/26; Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales, Dirección de Recursos Forestales, FAO, Roma. (Inédito).
- FAO (2007). Situación de los bosques del mundo. F.A.O. 143 pp.
- FAO (2010). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010: Informe principal. Estudio FAO Montes nº 163. Roma.
- FAO (2012). El estado de los bosques del mundo. F.A.O. 50 pp.
- FAO (2013). Bosques de las zonas áridas: Bosques y actividades forestales en las zonas áridas. [En: <http://www.fao.org/forestry/aridzone/es/>] Fecha de acceso: 20/06/2013.
- FEMENÍA, J.H. (1993). Ecosistemas de *Prosopis* en Talampaya. Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Asociación Forestal Argentina, Paraná, 8 pp.
- FURQUE, G. (1976). Descripción geológica de la Hoja 18c, Jáchal. Boletín N°164. Buenos Aires: Servicio Geológico Nacional. 79 pp.
- FURQUE, G.; GONZÁLES, P.; CABALLÉ, M.; PÉREZ, L.; CARDÓ, R.; GODEAS, M.; CONDE, A. y PUCCI, J.C. (2003). Hoja Geológica 3169-II, San José de Jáchal. Provincia de San Juan y La Rioja. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 259, Buenos Aires. 76 pp.
- GALLARDO GALLARDO, E. y SCHMITHÜSEN, F., Eds., (2005) *La Contribución del Derecho Forestal-Ambiental al Desarrollo Sustentable en América Latina*. Vienna, IUFRO, (IUFRO World Series Volume 16), 381 pp.
- GEIST, H.J. y LAMBIN, E.F. (2004). Dynamic causal patterns of desertification. *BioScience* 54: 817–829.
- HUTCHINGS, M.J. (1997). The structure of plant populations. In: M.J. Crawley (Ed.). *Plant Ecology*, 325-358. Blackwell Science.
- INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001 y 2010.
- KARLIN, U.O.; COIRINI, R.O.; CATALÁN, L. y ZAPATA, R. (1997). Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina. Serie: Zonas áridas y semiáridas N°12. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Santiago, Chile. 3-63.
- LEY NACIONAL N° 13.273. Ley de defensa de la riqueza Forestal. Boletín oficial de la República Argentina. Buenos Aires. 30 de setiembre de 1948.

- LEY NACIONAL N° 25.080. Ley de Inversiones para Bosques Cultivados. Boletín Oficial de la República Argentina, 19 de Enero de 1999.
- LEY NACIONAL N° 26.331. Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos. Boletín Oficial de la República Argentina. Buenos Aires, 25 de Diciembre de 2007.
- LEY PROVINCIAL N° 6.342. Ley Provincial “Plan de Ahorro Forestal Voluntario”. Boletín Oficial de la Provincia de San Juan, 1 de Julio de 1993.
- LEY PROVINCIAL N° 6.965. Boletín Oficial de la Provincia de San Juan, 30 de Septiembre de 1999.
- LEY PROVINCIAL N° 7.640. Ley Provincial de creación del Área Natural Protegida La Ciénaga. Boletín Oficial de la Provincia de San Juan, 27 de Octubre de 2005.
- LEY PROVINCIAL N° 7.655. Ley Provincial de Regulación del Fuego con fines Agropecuarios”. Boletín Oficial de la Provincia de San Juan, 24 de Noviembre de 2005.
- LEY PROVINCIAL N° 7.751. Ley Provincial “Plan de Incentivos para la Recuperación de Tierras Áridas Degradadas”. Boletín Oficial de la Provincia de San Juan, 25 de Octubre de 2004.
- LEY PROVINCIAL N° 7.838. Ley Provincial “Programa de Forestación de la Provincia de San Juan”. Boletín Oficial de la Provincia de San Juan, 1 de Noviembre de 2007.
- LEY PROVINCIAL N° 8.174. Ley Provincial de Bosques de la Provincia de San Juan. Boletín Oficial de la Provincia de San Juan, N° 23.895, 11 de Noviembre de 2010.
- MÁRQUEZ, J.; RIPOLL, Y.; ARIZA, M.; MARTÍNEZ CARRETERO, E.; DALMASSO, A.; MOLINA CANTONI, R y VALLECILLO, G. (col.) (2011). Naturaleza y Cultura de La Ciénaga: reseña de aspectos históricos y de sus ambientes naturales: vegetación y usos que los pobladores realizan de la flora. San Juan: Universidad Nacional de San Juan, 1a ed., 42 pp.
- MASELLI, F.; CONESE, C.; PETKIV, L. y RESTI, R. (1992), “Inclusion of prior probabilities derived from a nonparametric process into the maximum likelihood classifier”, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 58, pp. 201-207.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). (2005) Ecosystems and human well-being: desertification synthesis. World Resources Institute, Washington.
- MIRANDA, O. y A. DEGIORGIS (2006): Dictamen Técnico del Informe de Impacto Ambiental del Proyecto Minero Pascua Lama (Barrick Exploraciones Argentinas SA/Exploraciones Mineras Argentinas SA). INTA EEA San Juan, San Juan. 44 pp y Anexos.
- MIRANDA, O.; LIOTTA, M.; OLGUÍN, A. y DEGIORGIS, A. (2010). El consumo hídrico de la agricultura y la minería aurífera en la cuenca del río Jáchal, provincia de San Juan, Argentina. *Aqua-LAC*, 2(1), 68–77.
- MORELLO, J.H. (1958). La Provincia Fitogeográfica del Monte. *Opera Lilloana* 2, 5-115.
- MORELLO, J.H. y MATTEUCCI, S. (2000). “Singularidades territoriales y problemas ambientales de un país asimétrico y terminal”. *Realidad Económica*. 169:70-96.
- NEWTON, A.C. y TEJEDOR, N. (Eds.) (2011). Principles and Practice of Forest Landscape Restoration: Case studies from the drylands of Latin America (p. xxvi + 383). Gland, Switzerland: UICN.
- NINAN, K.N. y INOUE, M. (2013). Valuing forest ecosystem services: What we know and what we don't. Valuing forest ecosystem services: What we know and what we don't. *Ecological Economics* 93, 137–149.
- OJEDA, R.; BORGHI, C.E. y ROIG, V.G. (2002). Diversidad y Conservación de los Mamíferos de Argentina: un Panorama Sintético. *Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales*. Eds. G. Ceballos y J. Simonetti, FCE-UNAM, México D.F.

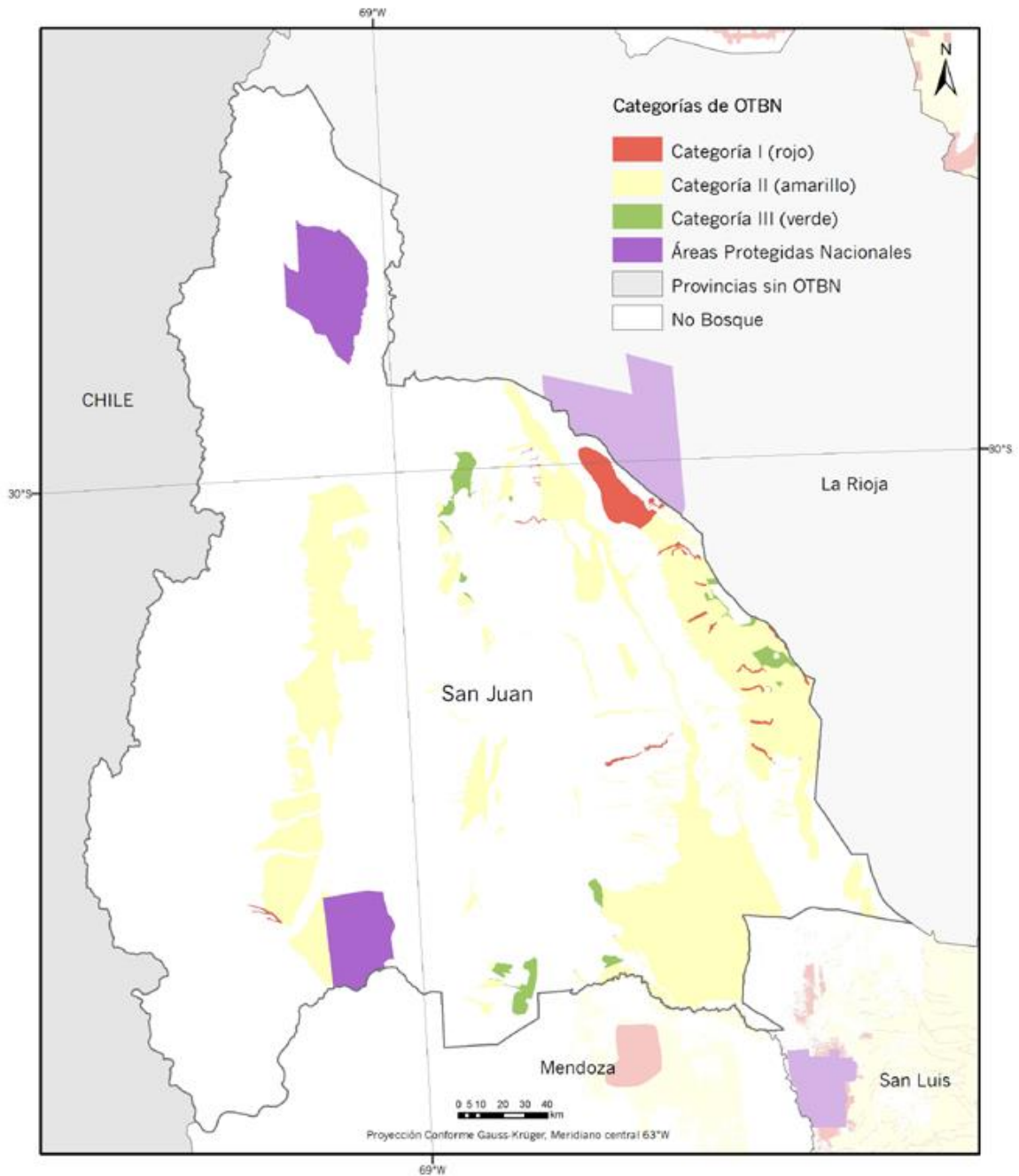
- OLROG, C. y LUCERO, M. (1981). Guía de los mamíferos argentinos. Fundación Lillo Editores, Tucumán. 152 pp.
- PASIECZNIK, N.M., FELKER, P., HARRIS, P.J.C., HARSH, L.N., CRUZ, G., TEWARI, J.C., CADORET, K. y MALDONADO, L.J. (2001). The *Prosopis juliflora* - *Prosopis pallida* complex: a monograph. HDRA. Coventry. 162 pp.
- PASSERA, C.B. (1993). Análisis de la cobertura y biomasa vegetal como elementos de detección de procesos de desertificación, III Curso latinoamericano de Detección y Control de la Desertificación, Mendoza, Argentina, EAPA.
- PASTRÁN, M.; MÁRQUEZ, J.; ORTIZ, S. y DAMIANI, O. (2006). Desertificación: Procesos morfodinámicos y sucesión vegetal. Dpto. Jáchal. San Juan. Argentina.
- PEREYRA, B.R. (1993). Clima de San Juan. Biblioteca de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan, San Juan.
- PEREYRA, B.R. (2000). Clima de San Juan. En ABRAHAM, M.E. y RODRÍGUEZ MARTÍNEZ, F. (Eds) "Argentina, Recursos y problemas ambientales de la zona árida. Primera parte: Provincia de Mendoza, San Juan y La Rioja". Argentina. Junta de Gobierno de Andalucía. Universidades y centros de investigación de la Región Andina Argentina. Tomo I. 71-78.
- PNUD (2004). Sharing innovative experiences. Examples of the successful conservation and sustainable use of dryland biodiversity. UNDP, New York.
- POL, R.G.; CAMÍN, S.R. y ASTIÉ, A.A. (2005). Situación ambiental en la ecorregión del Monte. La Situación Ambiental Argentina 2005. 226-239.
- Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas Préstamo BIRF 4085-AR. Dirección de Bosques; Dirección Nacional de Recursos Naturales y Conservación de la Biodiversidad; y, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable Ministerio de Salud y Ambiente. INFORME NACIONAL (Diciembre 2005). 126 pp.
- REDFORD, K y EISENBERG, J. (1992). Mammals of the Neotropics. Vol. 2. The University of Chicago Press. 430 pp.
- REGAIRAZ, C. (2000). Suelos de San Juan. En Abraham, E.M. y Rodríguez Martínez, F. (Eds). Argentina Recursos y Problemas Ambientales de la Zona Árida. Primera Parte, Tomo 1. 101-103.
- ROIG, F. A. (1987). Árboles y Arbustos de *Prosopis flexuosa* y *P. alpataco*. *Parodiana* 5 (1): 49-64.
- ROIG, F. A.; BERRA, A.; GONZÁLEZ LOYARTE, M.; MARTÍNEZ CARRETERO, E. y WUILLOUD, C. (1992). La Travesía de Guanacache, tierra forestal. *Multequina* 1, 83-91
- ROIG, V. (1962). Aspectos biogeográficos y planteos ecológicos de la fauna de mamíferos de las zonas áridas y semiáridas de Mendoza., Rev. Fac. Cenc. Agrarias. IX (1): 59-81.
- ROIG, F.A. (1973). El cuadro Fitosociológico en el estudio de la vegetación. *Deserta* 4. 45-67.
- ROIG, F.A. (1993) Informe Nacional para la Selección de Germoplasma en Especies del Género *Prosopis* de la República Argentina. En: IADIZA (Eds). Contribuciones Mendocinas a la Quinta Reunión de Regional para América Latina y el Caribe de la Red de Forestación del CIID. Conservación y Mejoramiento de Especies del Género *Prosopis*. . IADIZA-CRICYT-CIID, Mendoza, Argentina. 1-36.
- ROIG, V. (1965). Elenco sistemático de los mamíferos y aves de la provincia de Mendoza y notas sobre su distribución geográfica. Bol. De Estudios Geográficos, Nº 49, Vol. XII.
- ROIG-JUÑENT, S.; FLORES, G.; CLAVER, S.; DEBANDI, G. y MARVALDI, A. (2001). Monte Desert (Argentina): insect biodiversity and natural areas. *Journal of Arid Environments*, 47, 77-94.

- ROJAS, J. F. (2012). Procesos Ambientales: Deforestación y Actividades Productivas en los valles y bolsones del oeste de La Rioja y Catamarca desde mediados del siglo XIX. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza (Argentina). 436 pp.
- ROSSI, B.E. (2004). Flora y vegetación de la Reserva de Biosfera de Ñacuñán después de 25 años de clausura. Heterogeneidad espacial a distintas escalas. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, 155 pp.
- ROSSI, B.E. y VILLAGRA, P.E. (2003). Effects of *Prosopis flexuosa* on soil properties and the spatial pattern of understory species in arid Argentina”, *Journal of Vegetation Science*, 14, 543-550.
- RUNDEL, P.; VILLAGRA P., DILLON, M., ROIG-JUÑENT S. y DEBANDI, G. (2007). Arid and Semi-Arid Ecosystems. Pp. 158-183 en: Veblen, TT; K Young; y AE Orme (eds.). *The Physical Geography of South America*. Oxford University Pres.
- SCHMITT, C. B.; BURGESS, N.D.; COAD, L.; BELOKUROV, A.; BESANÇON, C.; BOISROBERT, L.; CAMPBELL, A.; et al. (2009). Global analysis of the protection status of the world’s forests. *Biological Conservation*, 142(10), 2122–2130.
- SECRETARÍA DEL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA (2004) Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas (Programas de trabajo del CDB) Montreal: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 34 p.
- SISTEMA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (2009). Áreas Naturales Protegidas Provincia de San Juan. Primera edición - San Juan –Subsecretaría de Medio Ambiente. 170 pp.
- SUBSECRETARÍA DE RECURSOS HÍDRICOS (2002). Atlas Digital de los Recursos Hídricos Superficiales de la República Argentina CD-ROM, Buenos Aires.
- UNIDAD DE MANEJO DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN FORESTAL (2012). Mapa Forestal Provincia de San Juan Actualización Año 2002. Dirección de Bosques Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Julio 2007. 18 pp.
- VÁZQUEZ, D.P., ASCHERO, V. Y STEVANI, E.L. (2008). Livestock grazing, habitat protection and diversity of bees and wasps in the Central Monte desert. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 67 (3-4), 1-10
- VÁZQUEZ, D.P; ALVAREZ, J.A.; DEBANDI, G.; ARANIBAR, J.N y VILLAGRA, P.E. (2011). Ecological consequences of dead wood extraction in an arid ecosystem. *Basic and Applied Ecology* 12 (2011) 722–732.
- VILLAGRA, P. E.; ALVAREZ, J. A.; CESCO, E. M. y CONY, M. A. (2012) Cambios latitudinales en la estructura y dinámica de los bosques de *Prosopis flexuosa* en el Monte. 25º Reunión Argentina de Ecología - Universidad Nacional de Luján, Luján, Bs. As.
- VILLAGRA, P.; CONY, M.; MANTOVÁN, N.; ROSSI, B.; GONZÁLEZ, M.; VILLALBA, R. y MARONE, L. (2004) Ecología y manejo de los algarrobales de la Provincia Fitogeográfica del Monte. M. Arturi, J. Frangi, J. Goya (Eds.), Ecología y manejo de bosques nativos de Argentina, Editorial Universidad Nacional de La Plata, La Plata. 1–32.
- VILLAGRA, P.E. (1997). Germination of *Prosopis argentina* and *P. alpataco* seeds under saline conditions. *J. Arid Environ.* 37: 261-267.
- VILLAGRA, P.E. (2000). Aspectos ecológicos de los algarrobales argentinos. *Multequina* 9 (2): 35-51.
- VILLAGRA, P.E. y ROIG, F.A. (1999). Vegetación de las márgenes de inundación del Río Mendoza en su zona de divagación (Mendoza, Argentina). *Kurtziana* 27, 309–317.

- VILLAGRA, P.E.; BONINSEGNA, J.A.; ÁLVAREZ, J.A.; CONY, M.; CESCA, E. y VILLALBA, R. (2005). Dendroecology of *Prosopis flexuosa* woodlands in the Monte desert: Implications for their management. *Dendrocronología*, 22, 209–213.
- VILLAGRA, P.E.; DEFOSSÉ, G.; DEL VALLE, H.; TABENI, M.S.; ROSTAGNO, C.M.; CESCA, E. y ABRAHAM, E.M. (2009). Land use and disturbance effects on the dynamics of natural ecosystems of the Monte Desert. Implications for their management. *Journal of Arid Environments*, 73, 202-211.
- VILLAGRA, P.E.; MARONE, L. y CONY, M.A. (2002). Mechanism affecting the fate of *Prosopis flexuosa* seeds during secondary dispersal en the Monte desert. *Austral Ecology* 27:416-421
- VILLALBA, R. (1985). Xylem structure and cambial activity in *Prosopis flexuosa* D.C. *IAWA Bulletin* n.S; 6:119–30.
- ZOROGASTÚA CRUZ, P.; QUIROZ GUERRA, R. y GARATUZA PAYÁN, J. (2011), EVALUACIÓN DE CAMBIOS EN LA COBERTURA Y USO DE LA TIERRA CON IMÁGENES DE SATÉLITE EN PIURA – PERÚ. *Ecología Aplicada*, 10(1), 2011. 11 pp.
- ZULOAGA, F. O.; MORRONE, O.; BELGRANO, M. J. (2008) Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Volumen 2: Dicotyledoneae: Acanthaceae-Fabaceae (Abarema-Schizolobium) pp. xx + 985-2286 pp.

12. ANEXOS

Anexo 1: Mapa de OTBN de la Provincia de San Juan. Fecha: Enero, 2013.



Fuente:

CARTOGRAFÍA BASE
Instituto Geográfico Nacional de Argentina (IGN). SIG 250. República Argentina.

CARTOGRAFÍA TEMÁTICA
Dirección de Bosques de la Nación (SAYDS).
Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos (OTBN). Información entregada por la provincia en cumplimiento de la Ley 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos.

Confeccionado en:

Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF)
Edición: Enero, 2013



Dirección de Bosques



**Anexo 2: Categorías de conservación de BN, según la ley de Presupuestos
Mínimos de Protección Ambiental de Bosques Nativos LN 26.331.**

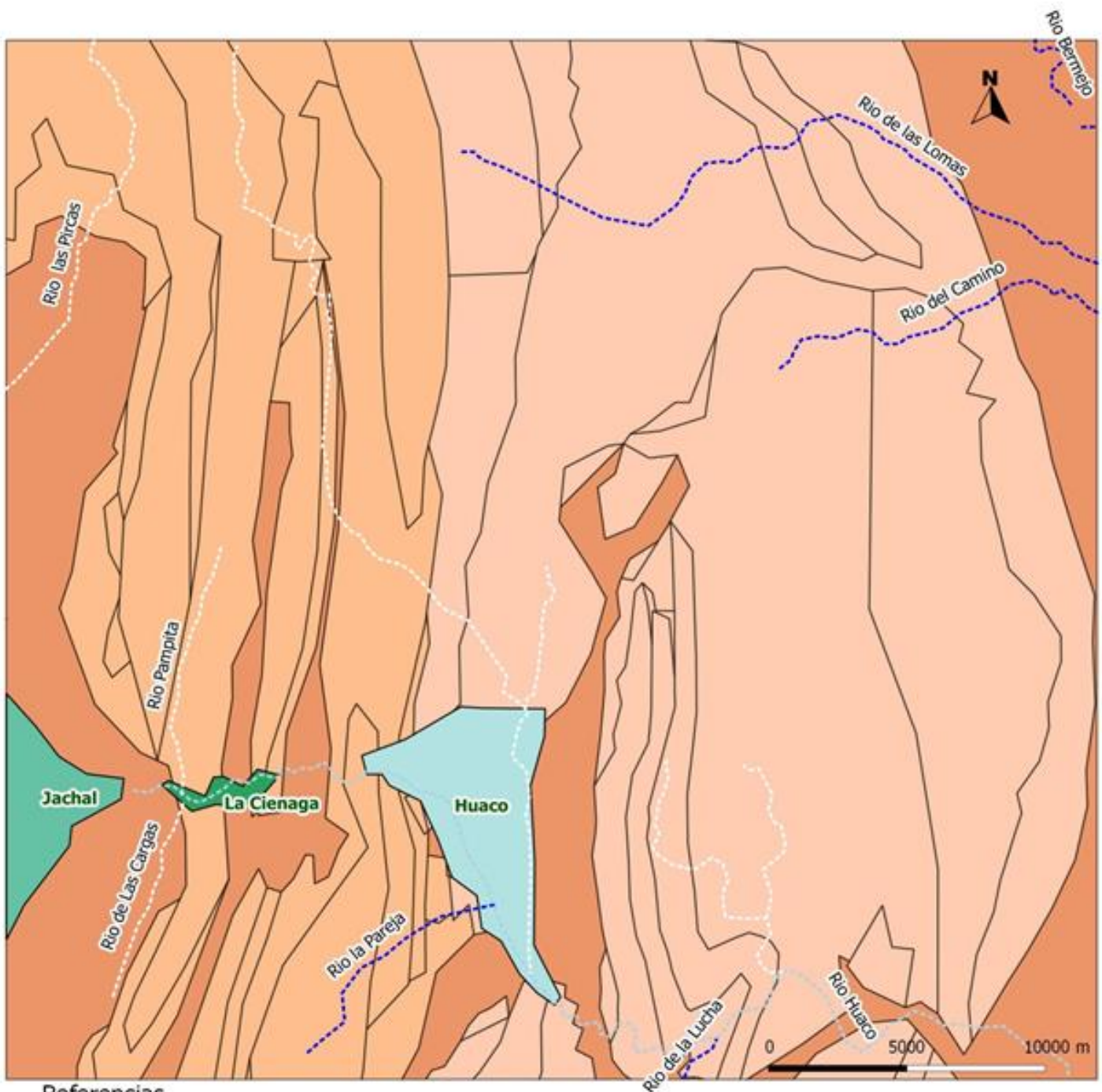
Art. 9. (LN 26.331) - Las categorías de conservación de los bosques nativos son las siguientes:

- **Categoría I (rojo):** sectores de muy alto valor de conservación que no deben transformarse. Incluirá áreas que por sus ubicaciones relativas a reservas, su valor de conectividad, la presencia de valores biológicos sobresalientes y/o la protección de cuencas que ejercen, ameritan su persistencia como bosque a perpetuidad, aunque estos sectores puedan ser hábitat de comunidades indígenas y ser objeto de investigación científica.

- **Categoría II (amarillo):** sectores de mediano valor de conservación, que pueden estar degradados pero que a juicio de la autoridad de aplicación jurisdiccional con la implementación de actividades de restauración pueden tener un valor alto de conservación y que podrán ser sometidos a los siguientes usos: aprovechamiento sostenible, turismo, recolección e investigación científica.




- **Categoría III (verde):** sectores de bajo valor de conservación que pueden transformarse parcialmente o en su totalidad aunque dentro de los criterios de la ley N° 26.331.

Anexo 3: Mapa geológico de la Depresión del Río Bermejo. Fuente: elaboración propia.



Referencias

Geología

-  Cordillera Frontal - Cordillera Principal y Valle de Barreal-Iglesia
-  Precordillera Central
-  Precordillera Oriental

Anexo 4: Fotografía de la comunidad Chilcal, Río Huaco (Área Protegida La Ciénaga).



Anexo 5: Inventario florístico de los bosques de la Depresión del Río Bermejo.

	La Ciénaga	Cauces	Huaco	Monte Grande
<i>Cereus aethiops</i>	0,3			
<i>Deuterocohnia longipetala</i>	0,6			
<i>Clematis montevidensis</i>	1,1			
<i>Colletia spinossisima</i>	0,7			
<i>Denmoza rhodacantha</i>	0,3			
Enredadera 1	0,4			
<i>Equisetum sp.</i>	0,1			
<i>Cottea sp.</i>	0,7			
<i>Eragrostis virescens</i>	0,1			
Herbácea 1	0,3			
Herbácea 3	0,2			
<i>Physalis sp.</i>	0,1			
Herbácea 2	0,1			
<i>Euphorbia serpens</i>	0,9			
<i>Ligaria cuneifolia</i>	0,2			
<i>Lippia turbinata</i>	0,6			
<i>Menodora sp.</i>	0,1			
Herbácea 6	0,1			
<i>Mimosa ephedroides</i>	0,9			
<i>Opuntia ficus-indica</i>	2,8			
Herbácea 5	0,1			
<i>Proustia cuneifolia</i>	0,7			
<i>Senecio sp.</i>	0,6			
Cactus 1	3,2			
<i>Spharalcea mendocina</i>	0,1			
<i>Wedelia glauca</i>	0,1			
<i>Zuccagnia punctata</i>	3,9			
<i>Bidens andicola</i>	3,9			
<i>Senna aphylla</i>	2,3	0,8		
<i>Acacia furcatispina</i>	14,1	17,9		
Anual 1	0,5	0,3		
<i>Cercidium praecox</i>	2,6	2,1		
<i>Gaya parviflora</i>	0,1	0,3		
Graminea 1	3,9	2,7		
<i>Parthenium hysterophorus</i>	0,2	0,3		
<i>Prosopis chilensis</i>	24,1	53,6		
<i>Prosopis torquata</i>	6,3	6,2		
<i>Ximenia americana</i>	0,6	1,1		

<i>Larrea cuneifolia</i>	1,4	2,6	15,9	
<i>Larrea divaricata</i>	16,9	4,5	10,7	
<i>Aristida adscencionis</i>	0,6	0,5	0,1	
<i>Pappophorum cespitosum</i>	0,2		0,1	
<i>Tricomaria usillo</i>			0,1	
<i>Heliotropum mendocinum</i>	0,1		0,1	
<i>Bulnesia retama</i>	1,4		5,3	24,9
<i>Tweedia brunonis</i>	0,4	0,3		0,3
<i>Capparis atamisquea</i>	0,1	2,7	12,7	2,9
<i>Lycium tenuispinosum</i>	1,4		0,3	1,5
<i>Prosopis flexuosa</i>			42,7	41,7
<i>Atriplex lampa</i>			8,5	
<i>Atriplex spgazzeni</i>			2,3	
<i>Trichloris crinita</i>		1,5	0,2	
Herbacea 4			0,1	
<i>Prosopanche americana</i>			0,6	
<i>Setaria leucopila</i>			0,4	1,2
<i>Suaeda divaricata</i>				19,2
<i>Plectocarpa tetraacantha</i>				5,1
<i>Cercidium australe</i>				1,5
<i>Geofroea decorticans</i>				1,5
<i>Mahuenopsis sp.</i>				0,3
<i>Lycium chilensis</i>		2,2		
<i>Salvia sp.</i>		0,5		

Anexo 6: Ubicación de los Sitios de Muestreo

SITIO	PUNTO	BOSQUE	LATITUD	LONGITUD	ELEVACIÓN (msnm)
A1	98	La Ciénaga	-30,172674390	-68,607772860	1136
A1	196	La Ciénaga	-30,168829100	-68,605339680	1118
A1	197	La Ciénaga	-30,167621520	-68,605199360	1121
A2	111	La Ciénaga	-30,102689270	-68,568777650	1153
A2	119	La Ciénaga	-30,101331980	-68,568112540	1159
A2	139	La Ciénaga	-30,103171480	-68,565424800	1150
A3	165	La Ciénaga	-30,086855930	-68,568803130	1218
A3	171	La Ciénaga	-30,091367490	-68,569701500	1196
A3	174	La Ciénaga	-30,084388140	-68,568658620	1215
A4	177	La Ciénaga	-30,092711780	-68,577304470	1195
A4	180	La Ciénaga	-30,089161800	-68,578028330	1214
A4	183	La Ciénaga	-30,093385610	-68,576400990	1190
A5	211	La Ciénaga	-30,144385710	-68,598159650	1088
A5	213	La Ciénaga	-30,142752920	-68,598651670	1093
A5	214	La Ciénaga	-30,146738260	-68,598199130	1086
C1	086	Cauces	-29,96102546	-68,46667953	1059
C1	087	Cauces	-29,95991193	-68,46883452	1071
C1	089	Cauces	-29,96037654	-68,47109528	1067
C2	090	Cauces	-30,06963892	-68,49874609	1039
C2	091	Cauces	-30,0692925	-68,50103796	1042
C3	104	Cauces	-30,19592377	-68,51181205	973
C3	105	Cauces	-30,1955693	-68,5146469	978
H1	24	Huaco	-30,139322960	-68,473401140	958
H1	26	Huaco	-30,139333940	-68,474310750	953
H1	27	Huaco	-30,138636150	-68,475528720	962
H2	69	Huaco	-30,122002680	-68,464295040	966
H2	70	Huaco	-30,122950590	-68,464041160	965
H2	73	Huaco	-30,122821930	-68,465465740	979
H3	74	Huaco	-30,126622780	-68,475116000	973
H3	75	Huaco	-30,125409420	-68,473383630	972
H3	76	Huaco	-30,123830100	-68,472503270	970
H4	092	Huaco	-30,12881205	-68,46547849	965
H4	093	Huaco	-30,13034762	-68,46548787	974
H4	094	Huaco	-30,13157146	-68,46583128	970
H5	098	Huaco	-30,19937259	-68,47114323	937
H5	099	Huaco	-30,19803015	-68,47127373	935
M1	114	Monte Grande	-29,862848150	-68,367035880	894
M1	115	Monte Grande	-29,862666680	-68,365449190	894
M2	118	Monte Grande	-29,873474980	-68,382305450	909
M2	119	Monte Grande	-29,873806400	-68,380992000	910

