



Tesina de grado: Descripción y zonificación de los bosques de Prosopis flexuosa (algarrobo dulce) de la Reserva Villavicencio con el propósito de incluirlos en el Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos de la Provincia de Mendoza.



Ingeniería en Recursos Naturales Renovables- Facultad de Ciencias Agrarias- Universidad Nacional de Cuyo

Mendoza, Argentina.

Director: Dr. Villagra Pablo Eugenio

Codirector: Lic. Alvarez Leandro

Tesista: Galli Sabrina

2020

1	RESUMEN	1
2	Introducción	3
3	Fundamentación	5
4	Marco legal	6
4.1	Legislación internacional	7
4.2	Legislación nacional	8
4.3	Resolución COFEMA 230/12	10
4.4	Medidas provinciales en cuanto al OTBN	10
4.5	Legislación en áreas naturales protegidas: Reserva Natural y Sitio RAMSAR Villavicencio..	12
5	Caracterización bio-física del área de estudio: Reserva Natural Villavicencio	13
5.1	Localización geográfica	13
5.2	Climatología	13
5.3	Hidrografía	14
5.4	Geomorfología	17
5.5	Geología	18
5.6	Biogeografía	18
5.7	Flora	20
5.8	Fauna	25
6	Caracterización social	25
6.1	Población	25
7	Objetivos	25
7.1	General	25
7.2	Específicos	26

8	Materiales y Métodos.....	26
8.1	Confección del mapa.....	26
8.2	Parcelas de muestreo.....	29
8.3	Inventario dasonómico.....	31
8.4	Determinación del estado sanitario.....	32
8.5	Determinación de la forma.....	32
8.6	Análisis estadístico.....	33
9	Resultados.....	33
9.1	Mapa de distribución de los bosques en la Reserva.....	33
9.2	Análisis multivariado CPA.....	35
9.3	Descripción general del bosque.....	37
9.4	Categorías de cumplimiento de altura y cobertura.....	40
9.5	Estructura del bosque por parcela.....	41
9.6	Altura.....	42
9.7	Estructura diamétrica.....	43
9.8	Fustes.....	44
9.9	Estado sanitario del bosque.....	45
9.10	Forma.....	46
10	Discusión.....	47
11	Conclusiones.....	49
12	Bibliografía.....	52
	Anexo I- Figuras.....	56
	Anexo II- Fotografías.....	60

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá, que me dio la posibilidad de estudiar, que me incentivó siempre a terminar y a valorar lo que tengo, y que junto con Mariano y mis hermanas, me apoyaron y apoyan incondicionalmente para que pudiera alcanzar esta meta. Gracias por su amor incondicional, su paciencia y por estar en mi vida, nada sería igual sin ustedes.

A mi papá, que me motivó y se interesó por esta carrera tanto como yo. Gracias por tu apoyo y por esos sábados donde me llevabas a cursar, los desayunos previos a rendir que eran una cábala y las anécdotas compartidas en este camino.

A mi novio, Mauro, que sin él este último tiempo hubiese sido más difícil aún. Gracias por tu amor, tu impulso y tus palabras justas cada vez que las necesité.

A mi segunda familia, Cami y Lili por su amor y por su apoyo incondicional siempre.

A mi Yaya, que siempre me dio su amor y motivación para continuar, sus tardes de té, sus comidas y contención. Gracias por estar en mi vida.

A mis primos, por su compañía. Y a mis tías, especialmente a mi madrina por su incondicionalidad, amor y ayuda siempre.

A mi mejor amiga que nos acompañamos hace años, incluso en la vida universitaria, Emi-Romi, que, junto a ella, nos impulsamos y motivamos en esta etapa y todo fue más lindo. Gracias por estar siempre.

A mi abuela Ester, que siempre me alentó a terminar la carrera.

A Pablo y Leandro, por sus aportes y su guía en este proceso que se hizo largo, pero que valió la pena. El aprendizaje ha sido infinito. Gracias por su paciencia.

A la Fundación Villavicencio, especialmente a Sebastián Martín y al cuerpo de guardaparques por poner a disposición los recursos para las campañas.

A Caro Szymański por su ayuda y su colaboración en el comienzo de este trabajo.

A todo el lindo "equipo de Pablo" y toda la gente que me crucé en CCT, que siempre me recibieron tan bien, me brindaron su apoyo, y pasamos lindas jornadas.

A todas mis amigas "facultativas", que me acompañaron durante toda esta etapa universitaria y que hicieron de ella algo hermoso, desde las primeras que conformamos el grupo, hasta las que conocí luego. Gracias por su amistad y apoyo incondicional Flor, Car, Ani, Pili, Mica, Dai, Agus, Fer, Pau, Pauli, Jose, Vale, Leo.

A mis queridas "cholgas", que me acompañan y me aguantan desde hace 13 años y contando (Y Lau desde hace 16 años). Gracias por su hermosa amistad y su incondicionalidad. Juli C, Juli G, Lau, Monse, Rocío, Celi y Viri.

A todas aquellas personas que han estado en este largo camino, en la facultad, en el trabajo, en la vida y que siempre me dieron su apoyo e hicieron que esta etapa sea hermosa e inolvidable.

Palabras clave: *bosque nativo, ordenamiento territorial, manejo, conservación, estructura poblacional.*

RESUMEN

En Argentina, la normativa actual define al ordenamiento territorial de los bosques como una herramienta necesaria para la utilización de los recursos forestales. Es importante el conocimiento de su estructura y dinámica para su adecuado manejo. Bajo este marco se llevó a cabo este trabajo.

Una de las asociaciones vegetales de la Provincia Biogeográfica del Monte, es el bosque dominado por especies del género *Prosopis* (conocido como "algarrobal") que forman unidades boscosas de distinta magnitud en el fondo de valles y bolsones. Particularmente, *Prosopis flexuosa* es considerada una especie estructuradora del sistema.

El objetivo general de este trabajo fue describir y caracterizar los bosques de *Prosopis flexuosa* de la Reserva Natural Villavicencio, de la Provincia de Mendoza. Dentro de los objetivos particulares, se buscó conocer la distribución y estructura poblacional de estos algarrobales y, en consecuencia, evaluar si podrían adecuarse a la definición de bosques del COFEMA (Consejo Federal del Medio Ambiente), cumpliendo los parámetros adoptados de superficie de ocupación continua (0,5 ha), de altura mínima (2,5 m) y de cobertura mínima de copas (15 %).

Para ello, se realizó un inventario que tuvo en cuenta parámetros dasonómicos o estructurales (cobertura, altura, diámetro basal, etc.), el estado de conservación y la forma de los árboles de 16 parcelas muestreadas. Las parcelas fueron realizadas en zonas aleatorias dentro de la reserva donde se relevaron visualmente individuos de *Prosopis flexuosa* y en zonas aledañas donde fue posible acceder. El área de cada parcela fue de 1000 m² (50 x 20 m), conformado una transecta rectangular con un lado mayor de 50 m y un lado menor de 20 m. Estos datos, además de permitir compararlos con los parámetros del COFEMA, aportarán información de base para el manejo y la conservación de estos bosques.

Además, fue realizado un análisis de componentes principales con el objeto de diferenciar la estructura de las distintas parcelas y ver si podían agruparse debido a alguna variable ambiental determinante. Se concluyó que todas las parcelas pertenecían a la misma unidad estructural, sin poder determinar un patrón espacial según las variables dasométricas medidas.

La cobertura total de individuos de *Prosopis flexuosa* es de 20,9% y la altura promedio predominante es de 2,9 m. Con respecto al número de fustes, los individuos fueron en general multifustales (con más de tres fustes), representando el 54% del total. Finalmente, según la estructura diamétrica, puede observarse que se trata de individuos jóvenes, en proceso de crecimiento, con escasos individuos longevos y renovales. La forma predominante de los árboles es semierecta (66%). En general, el estado de conservación de la unidad es bueno, presentando en su mayoría individuos sanos (77%).

Por último, se categorizaron las 16 parcelas muestreadas según si cumplen o no con una altura mayor a 2,5 m y cobertura mayor a 15 %. Se propusieron estos umbrales, teniendo en cuenta la Resolución COFEMA 230/12 y definición de bosques según F.A.O. de inclusión de árboles que aseguren alcanzar en su estado adulto los umbrales propuestos. Se ha considerado el buen estado general de los individuos muestreados y la potencialidad de estos para alcanzar en el mediano plazo con los parámetros dispuestos en dicha resolución. Del total de parcelas, pudo notarse que cinco de ellas no cumplieron con los parámetros de altura y cobertura, cuatro de ellas cumplieron ambos parámetros, y las siete restantes cumplieron con uno u otro parámetro.

Finalmente, la descripción estructural y del estado de conservación del bosque de *Prosopis flexuosa* en Villavicencio, permite analizar la posibilidad de incorporarlos en el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos de la provincia de Mendoza. De esta forma, se podrán ampliar las áreas de distribución y conocimiento de los bosques nativos de la provincia, en un contexto global de degradación creciente de los bosques nativos, pérdida de biodiversidad y cambios de uso del suelo.

2 Introducción

Los bosques y los árboles brindan contribuciones decisivas tanto a las personas como al planeta al fortalecer los medios de vida, suministrar aire y agua limpios, conservar la biodiversidad y responder al cambio climático. Los cambios de uso de la tierra dan lugar a una pérdida de hábitats valiosos, a la degradación de la tierra, la erosión del suelo, la disminución del agua limpia y la liberación de carbono a la atmósfera (FAO. 2018).

En un contexto mundial, la Convención de Diversidad Biológica considera las Áreas Protegidas fundamentales en la conservación de la biodiversidad (CBD, 2009). La importancia que la sociedad le brinda a la conservación del ecosistema boscoso podría estar reflejada en la superficie y la proporción de bosque nativo reservados bajo alguna forma de protección. 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.

Además, la Meta 11 de Aichi para la Biodiversidad del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) considera que las áreas bajo protección privada serán un componente esencial para ampliar la cobertura de áreas ecológicamente representativas alrededor del mundo. El documento UICN, APPs: Mirando al Futuro, respalda esta premisa al crear un marco que permita a los gobiernos expandir su uso y apoyar las Áreas Protegidas Privadas, además de crear conciencia de que las Áreas Protegidas Privadas pueden y deben ser incluidas en la Base de Datos Mundial de Áreas Protegidas (WDPA, por sus siglas en inglés) y el CDB.

En Argentina, a fines de 2007, el Congreso Nacional aprobó la Ley 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos. Esta Ley establece que las provincias deberán realizar el ordenamiento territorial de sus bosques nativos (OTBN) a través de un proceso participativo y categoriza los usos posibles para las tierras boscosas: desde la conservación hasta la posibilidad de transformación para la agricultura, pasando por el uso sustentable del bosque. Uno de los objetivos de la Ley es promover la conservación mediante el Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos en el país.

En este marco, las provincias deben realizar el OTBN utilizando 10 criterios de sustentabilidad ambiental con el fin de establecer dichas categorías de conservación del bosque. Las jurisdicciones que implementan la ley son compensadas económicamente de forma anual, a través del Fondo Nacional para el Enriquecimiento y la Conservación de los Bosques Nativos.

Dentro de los criterios de sustentabilidad ambiental (10), que pueden tenerse en cuenta para el manejo y ordenamiento de los algarrobales de la Reserva Natural y Sitio RAMSAR

Villavicencio, donde se enfoca el presente trabajo, se encuentran:

- “Vinculación con otras comunidades naturales”. Se refiere a la vinculación entre un parche de bosque y otras comunidades naturales con el fin de preservar gradientes ecológicos completos. Este criterio es importante dado que muchas especies de aves y mamíferos utilizan distintos ecosistemas en diferentes épocas del año en búsqueda de recursos alimenticios adecuados.
- “Vinculación con áreas protegidas existentes e integración regional”. Este criterio hace referencia al aumento de valor de conservación de parches de bosques cercanos o vinculados a áreas protegidas de jurisdicción nacional o provincial como así también a Monumentos Naturales, Adicionalmente, un factor importante es la complementariedad de las unidades de paisaje y la integración regional consideradas en relación con el ambiente presente en las áreas protegidas existentes y el mantenimiento de importantes corredores ecológicos que vinculen a las áreas protegidas entre sí.
- “Existencia de valores biológicos sobresalientes”, que son elementos de los sistemas naturales caracterizados por ser raros o poco frecuentes, otorgando al sitio un alto valor de conservación.
- “Potencial de conservación de cuencas”. Consiste en determinar las existencias de áreas que poseen una posición estratégica para la conservación de cuencas hídricas y para asegurar la provisión de agua en cantidad y calidad necesarias. En este sentido tienen especial valor las áreas de protección de nacientes, bordes de cauces de agua permanentes y transitorios, y la franja de "bosques nublados", las áreas de recarga de acuíferos, los sitios de humedales o Ramsar, áreas grandes con pendientes superiores al cinco por ciento (5%), etc. El 27 de diciembre de 2017, la Reserva Natural Villavicencio fue incorporada a la lista de Sitios Ramsar, con una superficie: 72.000 ha. Es el Sitio N° 23 determinando que la superficie de territorio protegido bajo esta categoría en Argentina sea de 5.697.407 hectáreas (Plan de Gestión Reserva Natural y Sitio RAMSAR Villavicencio, 2018).

A nivel regional, con el objetivo de proponer estrategias de manejo y recuperación de los bosques del Monte, Villagra et al (2005) han estudiado la estructura y productividad de los bosques de *Prosopis flexuosa* a lo largo de un gradiente latitudinal abarcando gran parte del rango geográfico del Monte. Los resultados arrojados 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. Sin embargo, los bosques de la Reserva Villavicencio no han sido estudiados desde el punto de vista de su estructura forestal y de esta forma poder definir si pueden ser

categorizados dentro del ordenamiento territorial de bosques nativos. Con el interés de aportar mayor información descriptiva y de distribución de los bosques, complementar estos trabajos, y para guiar las pautas de conservación y manejo de los bosques nativos de la Reserva Natural Villavicencio, es necesario caracterizar y describir su estructura forestal.

3 Fundamentación

Los bosques representan una fuente de alimentos, medicinas y combustible para más de mil millones de personas. Además de contribuir a responder al cambio climático y proteger los suelos y el agua, albergan más de tres cuartas partes de la biodiversidad terrestre mundial, proporcionan numerosos productos y servicios que contribuyen al desarrollo socioeconómico y son particularmente importantes para cientos de millones de habitantes de las zonas rurales, entre los que se cuentan muchas de las personas más pobres del mundo (FAO. 2018).

Los bosques naturales, los menos afectados por la actividad humana, contribuyen a la conservación de genotipos (la constitución genética de los organismos), al mantenimiento de la composición de las especies de árboles naturales, a la vez que proporcionan hábitats vitales para especies animales en peligro de extinción, ayudan a estabilizar los niveles freáticos subterráneos cruciales para el suministro de agua potable, la agricultura y otros usos. También protegen los suelos contra la erosión, las avalanchas y los deslizamientos de tierra (F.R.A, F.A.O. 2015)

Los bosques del mundo siguen disminuyendo, a medida que la población aumenta y las áreas forestales se destinan a la agricultura y otros usos, pero en los últimos 25 años la tasa de deforestación neta mundial ha disminuido en más del 50% (FRA, F.A.O. 2015). “Desde 1990 se han perdido aproximadamente 129 millones de hectáreas de bosques. Mientras que en 1990 los bosques cubrían el 31,6% de las zonas terrestres del planeta, 4128 millones de hectáreas, en 2015 se ha pasado al 30,6%, cerca de 3999 millones de hectáreas” según la *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015* (FRA). En este tiempo, la tasa anual neta de pérdida de bosques ha disminuido del 0,18% en la década de 1990 al 0,08% durante el período 2010-2015.

Las mayores pérdidas de bosques han tenido lugar en los trópicos, especialmente en África y América del Sur que experimentaron la pérdida anual neta más elevada de bosques en 2010-2015, con 2,8 y 2 millones de hectáreas, respectivamente, sin embargo, el volumen de pérdidas ha "disminuido sustancialmente" respecto a los cinco años precedentes (FRA, F.A.O 2015).

La deforestación y la degradación forestal contribuyen al aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, mientras que los bosques y el crecimiento de los árboles absorben dióxido de carbono, el principal gas de efecto invernadero. Una alta

proporción de los bosques en retroceso son los encontrados en regiones semiáridas y áridas. Estos sistemas permiten a las poblaciones locales obtener servicios ecosistémicos, entre ellos productos y bienes con posibilidades productivas, aunque su valor económico potencial, teniendo en cuenta los recursos madereros, es menor en comparación con otras tierras forestales (Cuba Salerno 1998; F.A.O. 1999).

Los bosques de zonas áridas han sido utilizados sin tener en cuenta la tasa de regeneración de los recursos, disminuyendo las posibilidades de un manejo sustentable de éstos. Sin embargo, es posible el manejo de la vegetación nativa en regiones áridas a través de la utilización de las poblaciones existentes, altamente adaptadas a las características extremas del ambiente, atendiendo a su preservación y al incremento de su productividad. El uso de los recursos forestales está determinado por el conocimiento de la estructura y dinámica de los bosques, ya que su desconocimiento provoca efectos ambientales negativos en regiones donde las relaciones ecológicas son frágiles y sensibles a los cambios.

Argentina posee más del 60 % de su territorio en ambientes áridos o semiáridos, de los cuales 46 millones de hectáreas corresponden a la Provincia Biogeográfica del Monte (Morello 1958; Rundel et al. 2007). En esta región, *Prosopis flexuosa* es la especie arbórea más representativa junto con *P. chilensis* (Roig 1993). El bosque de *Prosopis spp*, conocido como "algarrobal", se desarrolla en zonas con una provisión extra de agua en profundidad donde funcionan como freáticos (Jobbágy et al. 2011). Además, se encuentran los bosques en galerías, asociados a cauces superficiales de ríos temporarios. Las especies del género *Prosopis* tienen un gran valor en el hábitat de otros organismos al generar heterogeneidad espacial y modificar la distribución espacial de las especies de los estratos arbustivos y herbáceos (Rossi & Villagra. 2003).

Una superficie cada vez mayor de áreas forestales en el país ha sido objeto de protección. Esto suele lograrse a través de la legislación, incluyendo la medición y el monitoreo de los recursos forestales y una mayor participación de las comunidades locales en la planificación y las políticas de desarrollo. Debe profundizarse el conocimiento de los recursos forestales para proponer medidas de ordenamiento territorial, tal como menciona la normativa actual.

En lo que respecta a la Provincia de Mendoza, en el proceso de Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos se está trabajando en la disponibilidad y procesamiento de información de base, la identificación y el mapeo de los bosques nativos. Bajo este marco, este trabajo es un aporte necesario para contribuir con el plan de manejo en la Reserva Natural Villavicencio, además de conocer la estructura forestal de los algarrobales que allí se encuentran.

4 Marco legal

A nivel mundial, actualmente no existe ningún instrumento jurídico vinculante que sea

dedicado exclusivamente a los bosques, considerando aspectos ambientales, sociales y económicos en el trato de los bosques como ecosistemas forestales. Pero existen disposiciones que permiten regular actividades y manejos relativos a los bosques. Además, de existir formas de iniciativas, incentivos y compromisos para promover la aplicación de normativa relacionada a lo forestal en el ámbito nacional y provincial.

4.1 Legislación internacional

El Foro de Las Naciones Unidas sobre los Bosques (FNUB), junto con la Asociación de Colaboración en materia de Bosques (ACB) para apoyar su trabajo, forman la estructura internacional actual respecto de los bosques. Sus tareas consisten en reforzar el compromiso político a largo plazo para la ordenación y la explotación sostenibles de los bosques de manera congruente y complementaria con los instrumentos actuales jurídicamente vinculantes que tengan relación con estos. El objetivo del FNUB es lograr un convenio internacional en el plazo de 5 años. Ya que no parece probable la aprobación de un convenio mundial sobre bosques a corto plazo, la atención actual se dirige a convenios mundiales que puedan proporcionar herramientas, potenciar o mejorar las ya existentes para extenderse a los bosques (Ruis B. M. G. S., 2001).

Los convenios o convenciones más importantes en relación con los bosques son: la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el Convenio de Diversidad Biológica (CDB) y la Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación (CNULD):

- La CMNUCC se aprobó en el año 1992, entrando en vigor en el año 1994, a partir de la preocupación mundial por el cambio climático. Con respecto a los bosques, se menciona su relación con el clima, funcionando como como sumideros de carbono, principalmente CO₂ (gas invernadero más importante) y a su vez, como fuente de gases de efecto invernadero cuando la biomasa arde o se descompone.

El Protocolo de Kyoto es más explícito en la mención de bosques, en el artículo 2 dispone que cada una de las partes industrializadas "*aplicará y/o seguirá elaborando políticas y medidas...por ejemplo...la promoción de prácticas sostenibles de gestión forestal, la forestación y la reforestación*".

- El CDB fue aprobado en el año 1992, entrando en vigor en el año 1993. En cuanto a los bosques, la mayor parte de la biodiversidad mundial se encuentra en ellos, se calcula que los ecosistemas forestales contienen el 70 % de las especies vegetales y animales del mundo.

En 1995, la segunda Conferencia de las Partes (CoP) aprobó la declaración sobre diversidad biológica y bosques. En 1996, la tercera CoP aprobó un Programa Mundial para la diversidad biológica forestal. En 1998, la cuarta CoP decidió considerar a los

bosques como uno de los tres temas prioritarios para la sexta CoP, en 2002.

El CBD ha tratado también, la valoración de los conocimientos tradicionales sobre los bosques de los pueblos indígenas y de las personas que en ellos habitan.

Otras herramientas del CBD para los bosques son: el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), que financia proyectos de actividades relacionadas con la diversidad biológica, incluida la biodiversidad forestal, en el marco del convenio; y la Iniciativa de Taxonomía Mundial, referida a bosques.

- La CNUCLD, fue aprobada en 1994 y entró en vigor en el año 1996, sus principales objetivos son: luchar contra la desertificación, mitigar los efectos de la sequía y contribuir al desarrollo sostenible. Bajo estos objetivos, los bosques son importantes porque mitigan los efectos de la sequía e impiden la desertificación. Además, seguramente, las estrategias contra la desertificación reducen la deforestación y la degradación de la tierra.

La gestión forestal sostenible, no sólo es fundamental ecológicamente, sino que las causas sociales de la deforestación y de la desertificación son muy similares.

4.2 Legislación nacional

A partir del año 1995, Argentina comienza a trabajar en el concepto de manejo integrado de bosques nativos a través del acceso a un préstamo del Banco Mundial, y con éste, la creación de dos proyectos relacionados: el Proyecto de Conservación de la Biodiversidad Argentina y el Proyecto de Bosques Nativos y Áreas Protegidas. El Proyecto de Bosques Nativos y Áreas Protegidas buscaba lograr la conservación, restauración y el manejo sostenible de los bosques y las tierras con vocación forestal del país; y, fortalecer la Dirección de Bosques de la SAyDS del Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación. Como resultado, se realiza el primer censo nacional de bosques nativos en el año 1998, donde se considera que éstos correspondían a la clase "Tierras Forestales", que son tierras con una cobertura arbórea de especies nativas mayor o igual al 20%, con árboles que alcanzan una altura mínima de 7 metros y una superficie superior a 10 hectáreas.

Otro programa que tiene como objetivos brindar asistencia técnica y financiera en lo que respecta a manejo sustentable de bosques nativos es el Programa Social de Bosques (ProSoBo). Fue creado mediante el Decreto Nacional 1332/02, por la SAyDS para el desarrollo de actividades destinadas a preservar, restaurar y realizar un aprovechamiento sustentable de los bosques nativos y su biodiversidad, favoreciendo a las comunidades rurales y contribuyendo a evitar su desarraigo a través de una vida digna y cuidando a los bosques para el conjunto de la sociedad. Está destinando principalmente a los habitantes de los bosques.

A partir de la Ley N° 26331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques

Nativos (2007), su Decreto Reglamentario (2009) y la Resolución COFEMA 230/2012 (Pauta 1.2), la definición de bosques nativos abarca a aquellos en distinto estado de desarrollo, de origen primario o secundario, que presentan cobertura arbórea de especies nativas mayor o igual al 20% y con árboles que alcanzan una altura mínima de 3 metros, incluyendo palmares.

Esta Ley de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, establece los presupuestos mínimos para el enriquecimiento, restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los mismos y de los servicios ambientales que éstos brindan a la sociedad. La Autoridad Nacional de Aplicación (ANA) designada por la norma, fue la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS) que trabaja en conjunto con las Autoridades Locales de Aplicación (ALA) de la Ley en cada jurisdicción provincial, a través de la Secretaría de Política Ambiental en Recursos Naturales.

Argentina se ha convertido en el primer país de Latinoamérica en otorgar recursos financieros a las provincias para compensar a quienes conservan y manejan sustentablemente sus bosques nativos y los servicios ambientales que estos brindan. Esto se realiza a través del Fondo Nacional para el Enriquecimiento y la Conservación de Bosques Nativos creado por la Ley. Este fondo se distribuye anualmente entre las provincias que tienen su OTBN, aprobado por Ley Provincial y acreditado ante la ANA, a través de un Plan de Manejo o Plan de Conservación.

Esta Ley, fomenta un proceso participativo de las provincias para lograr un OTBN y las incentiva a inventariar sus bosques. El ordenamiento implica zonificar nuestros bosques nativos en tres categorías de conservación:

- ROJO: Sectores de muy alto valor de conservación que no pueden desmontarse ni manejarse con fines productivos;
- AMARILLO: Sectores de mediano valor de conservación que pueden someterse a un aprovechamiento sustentable, turismo, recolección e investigación científica;
- VERDE: Sectores de bajo valor de conservación que pueden transformarse parcialmente o en su totalidad con una Evaluación de Impacto Ambiental obligatoria.

Comprende también, 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.

En lo que respecta a los bosques comprendidos en áreas protegidas, se crea en la Resolución 70/2003 del COFEMA, el Sistema Federal de áreas Protegidas (SIFAP), constituido por aquellas APs que existen en el país, creadas y administradas ya sea por organismos nacionales, provinciales o municipales, o por particulares o entidades intermedias. Luego, a través de la Resolución 269/2013 del COFEMA, se define al Marco Estatutario del SIFAP como un

instrumento para la coordinación interjurisdiccional de las acciones de conservación en las APs, el uso sostenible de sus componentes y de los recursos culturales asociados, para alcanzar los objetivos del CBD y de otros acuerdos e instrumentos pertinentes. Este marco define las áreas protegidas, las misiones del SIFAP y los instrumentos de gestión, integración y participación del sistema.

Posteriormente, en el año 2015, se sancionó la Resol. SAyDS N° 398, que aprueba cuatro guías metodológicas orientativas para el desarrollo de los procesos participativos en el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos (OTBN). Además, se han realizado distintos talleres de capacitación de esta temática con el personal de las Autoridades Locales de Aplicación (ALA) de las distintas jurisdicciones provinciales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Presidencia de la Nación, 2017).

4.3 Resolución COFEMA 230/12

El Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA) tiene su origen en un Acuerdo Federal. Es un sujeto de derecho público, constituido por las provincias signatarias; las que adhieran en el futuro; el Estado Nacional, y la actual Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Dicho organismo, tiene como objetivo principal el de generar una política ambiental integrativa entre las provincias y el gobierno federal y contribuir a la implementación de acciones que devengan de la Ley N° 26331.

A través de la Resol. 230/12, el COFEMA establece las pautas para la consideración, identificación y mapeo de los bosques nativos en el OTBN de las distintas jurisdicciones, constituidas en un documento elaborado por un taller de técnicos y autoridades provinciales. Está compuesto por cuatro pautas, dentro de las cuales, la pauta 1.2 establece los umbrales mínimos de superficie, altura y cobertura de copas en los que se basó el presente trabajo, que determinan la consideración de un ambiente arbolado como bosque nativo. Estos umbrales son: 0,5 hectárea de ocupación continua; 3 m de altura mínima y 20 % de cobertura de copas mínima.

La Resolución establece que los ambientes que no alcancen estos tres umbrales deben ser excluidos del OTBN. Lamentablemente, hay algunos detalles de interpretación de la resolución que dificultan la toma de decisión, por ejemplo, no se aclara si el 20% de cobertura mínima se refiere a individuos que alcancen los 3 m de altura, o si se refiere a la cobertura de la población donde al menos algunos individuos alcancen los 3 m de altura mínima.

4.4 Medidas provinciales en cuanto al OTBN

En Mendoza, la Ley Provincial 8195 establece las normas de Ordenamiento de los Bosques Nativos (OBN). El OTBN existente en la provincia de Mendoza establece las diferentes categorías de conservación de estos, mediante una ponderación integradora de los criterios

e indicadores de sustentabilidad ambiental (Art. 5º).

Para la Provincia, además de los diez criterios de sustentabilidad para el OTBN establecidos por la Ley N° 26331, se agregó el Criterio 11 de Riesgo de Desertificación, porque existe en el territorio potencialidad de degradación resultante de diversos factores, incluyendo variaciones climáticas y actividades humanas. Se propuso también, el Criterio 12 de vinculación con el Ordenamiento Territorial Provincial, Ley N° 8051, para ser incluido en la actualización de la Ley. Fue analizada la posibilidad de que la vegetación arbustiva sea considerada para valorar bosques a través de su estrato arbustivo que cumple una función ecológica estratégica (como la del piedemonte).

Los once criterios utilizados fueron integrados en un sistema de información geográfico y sintetizados en un índice obtenido a partir de los valores de ponderación de cada uno de los criterios para cada punto del mapa. La comparación de los mapas de bosques nativos realizados por las provincias con datos de referencia, entre ellas Mendoza, muestra que existen áreas boscosas que no fueron incluidas en el OTBN por no cumplir con los umbrales dispuestos en el Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos (este fue el caso de la ecorregión del Monte). (Informe Nacional 2005 del Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos (1998 – 2001) y sus actualizaciones cartográficas)

En un marco regional, en el año 2012, se realizó un taller en Mendoza a los fines de mejorar la aplicación de la ley N° 26.331 por técnicos y autoridades provinciales de bosques nativos (a través de las pautas de la Resol. 230/12 del COFEMA). El objetivo fundamental consistió en homogeneizar a escala nacional o regional los criterios utilizados para la consideración, identificación y mapeo de los bosques nativos.

Los desafíos que se plantearon en este taller son:

- Ajustar el mapeo de bosques nativos del OTBN a la definición de la Resolución COFEMA N° 230/12.
- Mejorar las metodologías de valoración de los Criterios de Sustentabilidad Ambiental.
- Aumentar la participación social en el marco de las actualizaciones del OTBN.
- Compatibilizar las prácticas de manejo a las categorías de conservación.
- Converger planificaciones generadas a distintas escalas (provincial, paisaje, predial) y con distintos enfoques (urbano, rural).
- Lograr que el OTBN constituya una herramienta real para la planificación del uso y la conservación de los ecosistemas boscosos, en el marco del desarrollo sustentable.

4.5 Legislación en áreas naturales protegidas: Reserva Natural y Sitio RAMSAR

Villavicencio

Dentro del SIFAP, perteneciente a la Administración de Parque Nacionales (APN), los bosques, sean nativos o implantados, se regulan de acuerdo con las previsiones de la Ley de Parques Nacionales (N° 22.351/80). Dicha Ley prohíbe la explotación forestal y cualquier otro aprovechamiento de los recursos naturales en las categorías de Parque Nacional (Art. 5°, inc. d) y Monumento Natural (Art. 8). En lo que respecta a las Reservas Nacionales, por su parte, el Art. 10°, inc. d se refiere al que el aprovechamiento de los bosques y la reforestación solo podrá autorizarse por la APN, en tanto y en cuanto no se oponga a los fines de esta ley.

La Reserva Natural y Sitio RAMSAR Villavicencio constituye el primer caso en la Provincia de un área protegida ubicada en terrenos privados con el manejo de los recursos sometido al control del Estado. De acuerdo con la Ley Provincial 6045 de Áreas Protegidas, la reserva incluye una combinación entre las Categorías IV y XII, correspondientes a Reserva Hídrica Natural y Reserva Natural Manejada, respectivamente. Además, se encuentra integrada en la Red Argentina de Reservas Naturales Privadas, que incluye reservas privadas y organizaciones ambientalistas comprometidas con la conservación de los valores naturales y culturales en tierras de propiedad privada.

La normativa nacional y provincial, en lo que respecta a bosques nativos y su ordenamiento, son aplicables a la Reserva. Una de ellas es la Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos N° 26.331, a partir de la cual se establecen acciones de cumplimiento y se realizan auditorías. En este marco, el 7 de octubre de 2011 se realizó el relevamiento de Bosques Nativos, requerido por la legislación, con la posterior constatación de la Dirección de Recursos Naturales de la Provincia de Mendoza, Departamento de Flora Nativa; relevándose 12 ha. de bosque de algarrobo (*Prosopis flexuosa*) desde el lado NO de la Reserva hacia el SO (Plan de Gestión Reserva Natural y Sitio RAMSAR Villavicencio, 2018).

En materia de preservación ambiental y a nivel provincial, aplica la Ley de Ordenamiento Territorial y Usos del Suelo N° 8.051 (Modificada por Ley N° 8.081 y Ley N°8.560); y la Ley 4.609 que declara bosque protector a todo el monte espontáneo que vegete en la Provincia de Mendoza, tanto en terrenos del dominio público como el dominio privado (art.1), y bosque permanente a todo el arbolado que vegete en el territorio de la Provincia en parques, plazas, paseos, calles, caminos, cauces de riego y terrenos del dominio público de la Provincia de Mendoza (art. 2), con los alcances previstos en la Ley Nacional 13.273. Por otro lado, la Resolución SMA 604/2010, regula la solicitud del Plan de Manejo y/o Conservación de Bosques Nativos (según las definiciones y categorizaciones vigentes en la Ley Nacional N° 26.331).

5 Caracterización bio-física del área de estudio: Reserva Natural Villavencio

5.1 Localización geográfica

La Reserva Natural Villavencio se encuentra en el Departamento de Las Heras, Provincia de Mendoza. Está ubicada a unos 30 km. hacia el noroeste de la ciudad de Mendoza, con una superficie de 72.000 ha (Plan de gestión de la Reserva Natural Villavencio 2019. Documento oficial). (Figura 1)

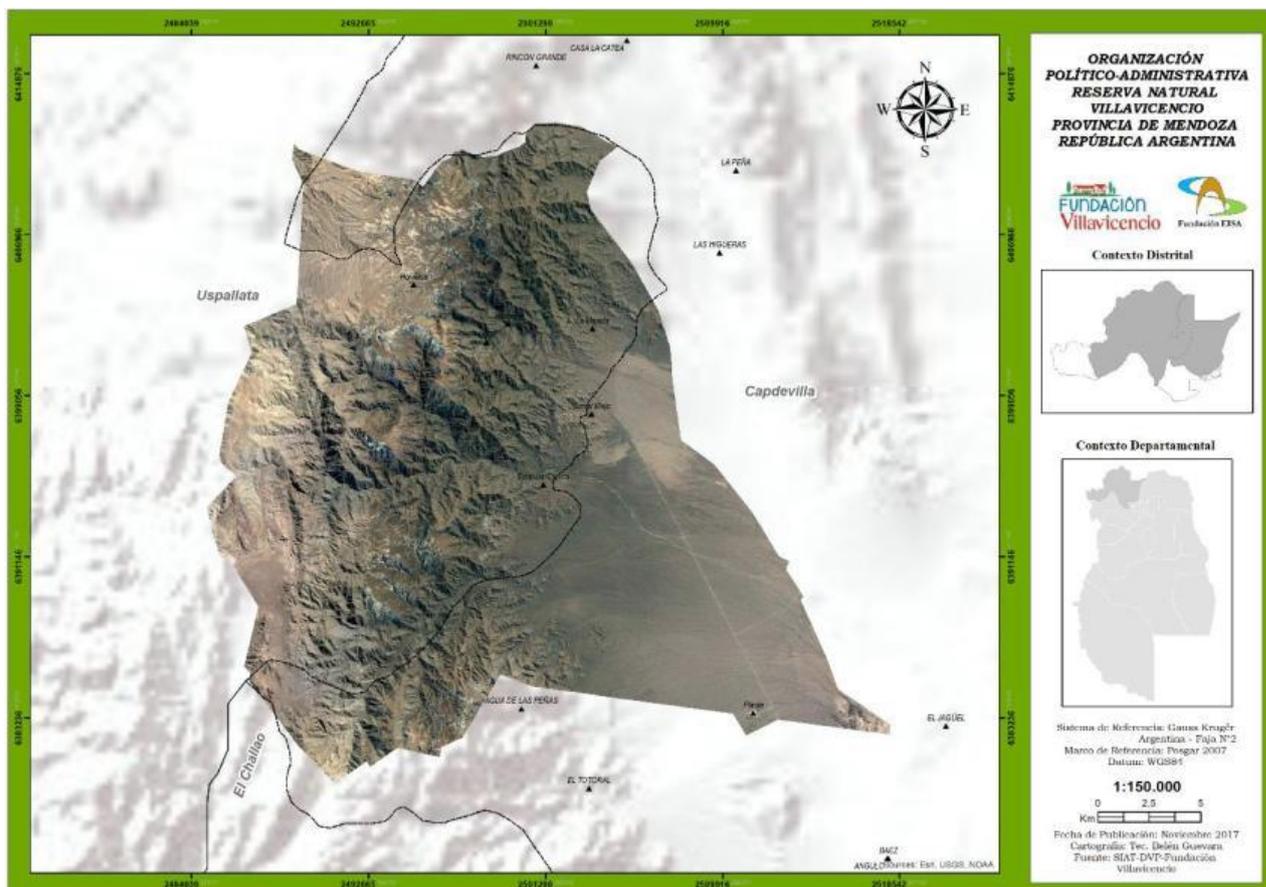


Figura 1. Localización de la Reserva Natural Villavencio.
Fuente: Plan de Gestión de la Reserva Natural y Sitio RAMSAR Villavencio. 2018.

5.2 Climatología

La Precordillera en general, y el área de la reserva natural en particular, carecen de datos meteorológicos o son muy recientes. La información existente es de estaciones marginales a la misma (Uspallata, Ea. Yalguaraz, Termas de Villavencio, entre otras) y de períodos de tiempo variables. La vertiente occidental recibe en general la mitad de la precipitación anual (120 mm) que la vertiente oriental (300 mm). En ambos casos la escasez de precipitaciones, los suelos superficiales, inmaduros, de alta infiltración y una elevada evapotranspiración; determina un ambiente de desierto andino (Roig y Martínez Carretero, 1998).

El clima del área pedemontana es de marcada aridez. Las lluvias se concentran en la época estival, y la gran heliofanía junto con la frecuencia de los vientos cálidos y secos tipo föehn (Zonda) determinan que haya un déficit de agua permanente. Las precipitaciones son esporádicas, discontinuas y localizadas. Según *Capitanelli* (1971) las lluvias ocurren en dos períodos: uno de octubre a marzo (con el 72% del agua precipitada) y otro de abril a septiembre (con el 28%). Del análisis de registros recientes de lluvia en distintos puntos del área de estudio, surge que los picos de máxima ocurrieron en marzo, y que la iniciación del período de precipitaciones ocurre en octubre.

Según *De Fina* (1992) para Villavicencio a 1780 m.s.n.m., la temperatura media del mes más cálido (enero) es de 17°C, y la del más frío (julio) es de 5°C. En la zona más baja del área de estudio, localidad de Las Higueras (1125 m.s.n.m.), la temperatura media del mes de enero es de 21,3°C y la de julio 6,7°C. Las temperaturas medias presentan una gran variabilidad debido a las grandes diferencias de altitud, a las distintas exposiciones a la radiación solar y a la baja humedad relativa.

Según la clasificación de Köppen (1948), el clima de la zona de Villavicencio se encuentra en la transición entre los climas de Tundra y Estepario (denominado también Desértico) (*Videla y Suárez* 1991). La Tundra se encuentra en el área por sobre los 3000 m.s.n.m. En esta región se produce, durante un período más o menos prolongado (habitualmente entre fines de mayo y mediados de septiembre), el congelamiento permanente del suelo, seguido del congelamiento estacional durante el resto del año. El resto del área posee un clima de tipo estepario, caracterizado por lluvias escasas que determinan la presencia de especies arbóreas como *Schinus* y *Prosopis*, junto con arbustos leñosos (*Larrea*, *Condalia*) y herbáceas anuales y perennes. En toda la zona en estudio la evaporación excede a la precipitación media anual. El déficit hídrico para el área es de 700 mm anuales (*Berra y Ciancaglini* 1979).

5.3 Hidrografía

Red de drenaje

Según *Puig et al* (2008), la red de drenaje de aguas superficiales con posible influencia en los afloramientos de aguas minerales se divide en dos cuencas, ambas de cursos temporarios, que desaguan hacia el este en el Valle de Las Higueras donde se infiltran los escasos caudales (**Figura 2**).

Cuenca Quebrada de los Hornillos: tiene una superficie aproximada de 16 km², considerando sólo la zona de influencia, hasta unos 3 km aguas abajo del Hotel Villavicencio. Su régimen es pluvial con escasa participación nival. No se conocen registros de caudales. Sus nacientes al norte se ubican en el C° El Dorado, al oeste en el Cerro Amarillo y al sur en el Cordón de los Penitentes. Se desarrolla casi exclusivamente en rocas de la Formación Villavicencio.

Dentro de esta cuenca afloran los manantiales productivos «Grutas Norte» y «Grutas Sur», en las cercanías del Hotel Villavicencio.

Cuenca Quebrada de Canota: presenta sus nacientes principalmente en la Sierra de Uspallata. Por el norte la limitan el C° Amarillo, el C° Canario y el Cordón de los Penitentes; al oeste el C° Áspero, el C° Clementillo y el C° Jagüelito; por el sur el C° Agüadita y el Cordón del Toro. Esta cuenca es de aproximadamente 140 km², tomando hasta 2 km aguas abajo de la Estancia de Canota. El régimen es temporario, de origen pluvial y con algún aporte nival. No se tiene registros de caudales. Geológicamente escurre sobre vulcanitas terciarias en el C° Canario y vulcanitas triásicas del Cordón de Paramillos y el C° Áspero. El resto de la cuenca se desarrolla sobre la Formación Villavicencio, sobre la Formación Potrerillos y sobre el Permo-Triásico del Grupo Choiyoi. En ella se encuentran las surgentes de «La Minita» y «Agua Grande».

En el Plan de Manejo del año 2008 se menciona además el Sector de Quebradas Orientales: las Quebradas de Yerba Buena y Agua Nueva (Pág. 94 / PM, 2008) Quebrada Las Mesitas (Pág. 96; 107 / PM, 2008) pero no se hace ninguna descripción de estos ambientes.

Surgentes de agua subterránea

En base a los estudios de *Demartini et al.* (1998), se pueden indicar las características termales de las aguas de la Reserva. Las surgentes de aguas subterráneas que fluyen como manantiales en la zona del Hotel Termas de Villavicencio, y al oeste de este en el lugar denominado «Agua Grande», tienen las características de vincularse con un acuífero discontinuo de permeabilidad secundaria por fisuras, producto de la elevada dislocación que afectó a las sedimentitas del Devónico. La realimentación de este acuífero está relacionada con los volúmenes de agua que se infiltran en la zona de mayores altitudes al oeste de la zona, como producto del derretimiento de la acumulación nival en los cordones serranos.

La temperatura del agua surgente es superior a la media anual de la localidad como consecuencia del grado geotérmico y de la profundidad que alcanza la misma, la cual está relacionada con el potente espesor de las sedimentitas fracturadas. En general, estas aguas subterráneas tienen una temperatura poco variable durante todo el año.

No se cuentan con datos respecto a la profundidad de la napa freática. Si la misma se encuentra cercana a la superficie sería una de las condiciones determinantes de la presencia de *Prosopis flexuosa*, si la profundidad es alta, podría ser limitante para el establecimiento de dicha especie.

Humedales

Los humedales de la Reserva Natural Villavicencio se encuentran en la región de humedales altoandinos y de la puna, (*Benzaquen et al.* 2017), en la subregión vegas y lagunas altoandinas (*Sosa y Guevara.* 2017). La subregión se extiende desde los 28° hasta los 36° latitud sur. Comprende de norte a sur la porción occidental de las provincias de San Juan, Mendoza y noreste de Neuquén. Abarca las cadenas montañosas denominadas Cordillera Principal Andina con altitudes máximas como el Cerro Aconcagua (6.959 msnm) y mínimas que varían según la latitud descendiendo hasta los 1.600 m, y la Precordillera que se extiende paralela a la anterior y está separada de la misma por un valle longitudinal que tiene entre 50 y 100 km. de ancho. (*Roig-Juñent et al.* 2003).

Se identificaron 9 tipos de humedales diferentes en la Reserva Natural Villavicencio, los cuales corresponden a 5 tipos de humedales continentales según Sistema de Clasificación de Ramsar, para la Ficha de Identificación de Humedales de Importancia Internacional. Se determinaron más de 40 sitios donde las aguas superficiales provocan cambios significativos en el ambiente (suelo hidromórfico, vegetación hidrófila) generando distintos tipos de humedales en algunos casos permanentes.

Es importante destacar que toda esta escorrentía superficial (esporádica, permanente o semipermanente) conforma la red de drenaje expresada en el terreno en forma de quebradas de distintos tamaños, que se origina en las serranías altas de Villavicencio y descargan sus aguas (cualquiera sea su origen) hacia el este, sector de planicies del piedemonte y del monte, terminando su recorrido en el colector principal de la llanura noroccidental de la provincia de Mendoza, en el Río Desaguadero. Este relieve se encuentra en vías de ser recortado por la erosión retrógrada (hoy conocida como erosión retrocedente) en las cabeceras de quebradas afluentes del río Mendoza.

Las concentraciones vegetales asociadas a los humedales se desarrollan en las microcuencas, en los fondos de las quebradas y se distribuyen principalmente en una franja central que altitudinalmente oscila entre los 1.400 y 2.200 m.s.n.m.



Figura 2. Hidrografía de la Reserva Natural Villavicencio.
 Fuente: Plan de Gestión de la Reserva Natural y Sitio RAMSAR Villavicencio. 2018.

5.4 Geomorfología

Dentro de la Reserva tienen un buen desarrollo los abanicos aluviales en los frentes

montañosos desde los cuales salen las principales quebradas de Los Hornillos, Corral Viejo, Canota, Sierras Bayas y Del Toro. Estos se unen lateralmente y forman una gran planicie aluvial inclinada hacia el Este (Sepúlveda, 2001).

En la quebrada de Canota frente a la Estancia Canota y en la quebrada de los Hornillos frente al Agua de Los Pajaritos se observan bien diferenciados dos niveles pedemontanos escalonados (Pedimentos 1 y 2 de Rodríguez y Barton, 1990).

En general la zona considerada posee una red de drenaje que está integrada principalmente por quebradas de rumbo este-oeste, que siguen líneas de diaclasas de tracción; y otras nort-sur a lo largo de planos. Regairaz y Barrera (1975) reconocen en la zona oriental de la Precordillera una faja pedemontana variable entre 10 a 20 km, casi continua, ubicada a 800 m.s.n.m. en el sector noroeste.

5.5 Geología

En el Plioceno (5 a 2 millones de años) se levantó la unidad orográfica llamada Precordillera que tiene una estructura de faja plegada y corrida de piel gruesa con doble vergencia que reactivó antiguas estructuras pre- andinas (*Giambiagi et al.*, 2010). En la región se encuentran fallas inversas de rumbo meridional buzantes hacia el Oeste como es la Falla de la Sierra de Las Peñas y Salagasta. La prolongación hacia el Sur, entra en la Reserva y forma la falla activa del Cerro de la Cal con intensa actividad sísmica moderna (Mingorance, 2006). Otras fallas inversas con rumbo NNE buzantes con alto ángulo al ESE son la Falla Villavicencio y la Falla Canota.

5.6 Biogeografía

En el plan de inicio, se habían descripto las tres provincias biogeográficas representadas en Villavicencio considerando: a) el **Monte** extendiéndose por el piedemonte de la precordillera hasta los 1500-1600 m.s.n.m.; b) el **Cardonal** principalmente por las laderas expuestas a mayor insolación (de solana) hasta aproximadamente los 2700 m.s.n.m. y c) la **Puna** entre los 2700 y 3100 m.s.n.m., (Ambrosetti, Roig y Del Vitto, 1986, Roig y Carretero, 1998). (**Figura 3**)

En el plan del 2008, se destacó el relevamiento de las quebradas de Yerba Buena y Agua Grande, que permitió una caracterización más detallada de los pisos de Monte y Cardonal. En estas dos quebradas y hasta los 1850 m.s.n.m., se registró un dominio del matorral de *Larrea divaricata* en codominio con *Stipa ichu*, en suelos de textura gruesa y elevado drenaje. Asimismo, se observó en las laderas de exposición norte-noreste, de solana, el piso de Cardonal con *Lobivia formosa*, *Artemisia mendozaana* var. *paramilloensis* y *Dipyrena glaberrima*, entre otras.

En las márgenes de los ríos temporarios la vegetación riparia se constató la presencia de *Proustia cuneifolia*, *Baccharis salicifolia* (en sectores deprimidos), *Senecio pinnatus*, etc.

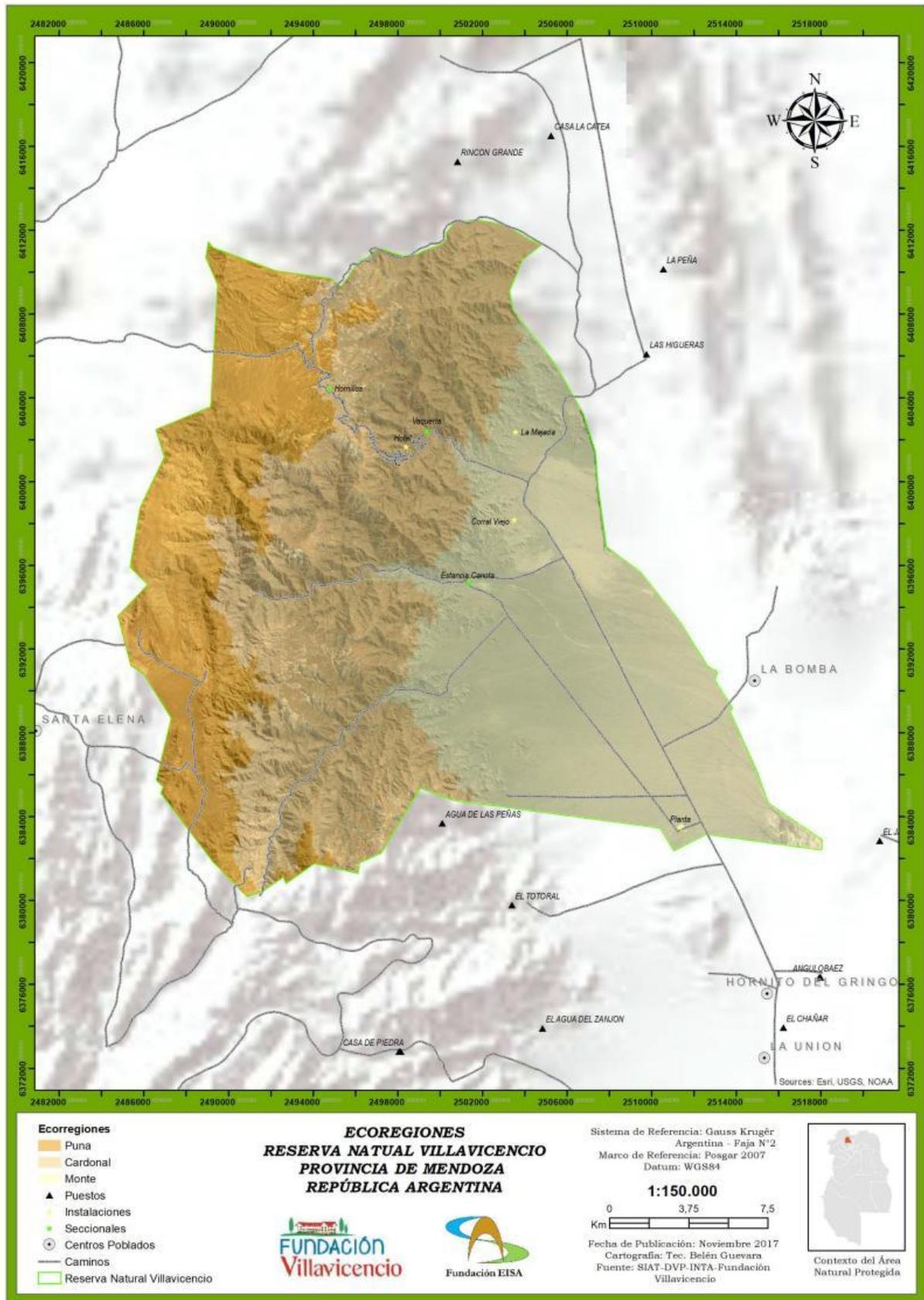


Figura 3. Ecoregiones de la Reserva Natural Villaviciencia.
Fuente: Plan de Gestión de la Reserva Natural y Sitio RAMSAR Villaviciencia. 2018

5.7 Flora

Regiones biogeográficas y comunidades vegetales

Puna: Esta unidad fitogeográfica, que encuentra en Mendoza su límite austral de distribución abarca las altas mesetas del sector central de la Cordillera de los Andes. Los cordones andinos enmarcan en el SE del Perú, SO y Centro de Bolivia y NO de la Argentina el altiplano extremadamente árido de la Puna, caracterizado por una vegetación esteparia marcadamente xerófila. Sus límites no se circunscriben solo al altiplano, sino que su vegetación penetra en territorio chileno hacia el oeste y se prolonga más al S en territorio argentino siguiendo los Andes áridos y los macizos precordilleranos de las provincias de La Rioja, San Juan y Mendoza en donde se logran las condiciones ecológicas que la caracterizan. (Martínez Carretero, 1995).

En nuestro país abarca porciones occidentales de las provincias de Jujuy, Salta, Catamarca, Tucumán, La Rioja, y San Juan hasta el noroeste de la provincia de Mendoza, zona de Paramillos de Uspallata. Suele existir un fuerte contraste entre las temperaturas nocturnas extremadamente frías y las elevadas del mediodía en los mismos días. Presenta un relieve en sectores algo ondulado, aunque en otros se presenta como una gran planicie, con extensos valles, alargados y chatos. Las amplitudes térmicas diarias provocan la ruptura y desintegración de las rocas por la contracción y dilatación continua a las que están sometidas especialmente al congelarse el agua de sus intersticios.

El hecho que los suelos estén poco desarrollados, estén en gran parte desnudos de vegetación y conformados por sedimentos sueltos, hacen que este sistema sea frágil y vulnerable ante eventos erosivos. En La Reserva Natural Villavicencio, la Puna se extiende entre los 2700 y 3100 m.s.n.m. en la vertiente occidental y parte superior de la Sierra de Uspallata.

Las comunidades de esta unidad ambiental fueron estudiadas por Roig y Martínez Carretero (1998). Se han identificado una serie de comunidades particulares, mayormente compuestas por gramíneas en cojín como *Stipa chrysophylla*, especie perenne cespitosa, pequeños arbustos achaparrados formando matorrales bajos junto a herbáceas como la margarita *Gaillardia tontalensis*, especie endémica, solo hallada en Mendoza y San Juan. Por lo general la vegetación alcanza una cobertura de un 30%. Entre las especies se encuentran *Chuquiraga erinacea*, *Lycium fuscum*, *Baccharis incarum*, *Fabiana patagonica*, *Junellia asparagoides*, *Junellia uniflora*, *Artemisia mendozana*, *Stipa vaginata*, *Stipa scirpea*, *Mulinum ulicinum*, *Plazia daphnoides* entre otras. En ámbitos particulares como grietas se encuentran *Dolichlasium lagascae*, *Schizachyrium paniculatum*, *Stipa cacheutensis* y *Mutisia linifolia*. En laderas suaves y fondos de valles entre 2200 y 2800 m s.n.m. se pueden encontrar

comunidades dominadas por *Artemisia echegarayi*. Suelen acompañar *Solanum juncalense*, *Festuca acanthophylla* y *Baccharis thymifolia*.

Cardonal o Prepuna: Esta formación se desarrolla en laderas de cerros, desmoronamientos de piedras y quebradas siendo la de Humahuaca la más característica. La formación se extiende desde Jujuy hasta La Rioja por el noroeste de la Argentina, primero como una especie de cuña entre las Yungas y la Puna propiamente dicha con una altura de 2.000 a 3.400 m.s.n.m. en las provincias de Jujuy y Salta. Más al sur en Tucumán, Catamarca y La Rioja desciende hasta menos de 1.000 m.s.n.m. conectándose entre las provincias del Monte o el Chaco, tanto el Chaco árido como el serrano y la Puna o Provincia Altoandina. Algunos autores la extienden incluso por la provincia de San Juan tanto en lo alto de la sierra del Valle Fértil como en algunos cordones paralelos a los Andes, ubicados más al oeste y que finalmente ingresa en una zona muy acotada del noroeste de Mendoza, en la sierra de Uspallata (Chebez y Gasparri, 2011).

Si bien esta ecorregión está estrechamente relacionada con la Provincia del Monte, tanto por su fisonomía de estepa o matorral arbustivo, como por la predominancia de zigofiláceas, mimosoideas arbustivas y cactáceas, etc. La diferencia principal estriba en la prácticamente ausencia del género *Larrea* (jarillas) entre las zigofiláceas, mayor abundancia de cactáceas, incluyendo algunas columnares del género *Trichocereus*, la abundancia de bromeliáceas saxícolas y la presencia de varias especies endémicas de diferentes géneros. Las bromeliáceas poseen hojas largas con garfios espinosos y se desarrollan en laderas rocosas en forma de rosetas que crecen en cojín. También son plantas que tienen la capacidad de guardar en su centro, es decir en la base de sus hojas, agua o humedad por lo que la usan numerosas especies de animales. Entre los géneros y especies más notables se cuentan *Abromeitiella brevifolia*, algunos parientes de los claveles del aire pero en este caso saxícolas como *Tillandsia pedicellata*, *T. gilliesii*, *T. pusilla* y otras.

En Villaviciencio encontramos a esta región bien representada en la vertiente oriental, entre los 1700 y los 2700 m.s.n.m., se pueden encontrar elementos del Cardonal, tales como los cactus *Lobivia formosa* y *Trichocereus candicans*, el ajeno *Artemisia echegarayi*, *Aphanostelma candolleanum*, *Physella herbentianai*, *Stevia gilliesii*, *Dypirena glaberima* y *Diostea scoparia*, un arbusto endémico. En algunos sectores, entre los 1500 y los 2000 m.s.n.m la gramínea *Stipa eriostachya* domina un primer piso de vegetación, acompañada por *Dipyrena glaberrima*, *Junellia scoparia* y *Colliguaja integerrima*. La bromeliácea terrestre *Deuterocohnia longipetala*, ocupa laderas de solana, entre 1600- 2000 m.s.n.m. (Roig, 1976; Ambrosetti, Roig y Martínez Carretero, 1998 y Martínez Carretero, 2000).

Monte: La región del Monte se extiende latitudinalmente en forma de faja al este de la cordillera de los Andes, comienza en Salta y Jujuy, y se ensancha hasta el Océano Atlántico en Río Negro y Chubut, de modo que recorre más de 2.000 km. (Pol *et al.* 2005). Dominan arbustales altos de zigofiliáceas como la jarilla *Larrea cuneifolia*, la jarilla hembra (*Larrea divaricata*), la jarilla crespada (*Larrea nítida*), jarilla macho (*Zuccagnia punctata*), cedrón de monte (*Aloysia gratissima*), cactus como el hachón (*Cereus aethiops*) y la tunita (*Opuntia sulphurea*), monte de la perdiz (*Senna aphylla*), el piquillín (*Condalia microphylla*), *Bougainvillea spinosa*. *Proustia cuneifolia* se encuentra asociada a comunidades que se ubican siguiendo la ribera de los ríos temporarios.

En estos ambientes la concentración del escurrimiento superficial determina una mayor disponibilidad de humedad en el suelo, llegando la cobertura vegetal a una media del 85%. Acompañan a esta última especie *Eupatorium buniifolium*, *Diostea scoparia*, *Oxybaphus ovatus*, *Stipa sanluisensis*, *Mutisia retrorsa*, y otras. En lugares de suelos salinos las dominantes son *Tessaria absinthioides*, *T. dodoneifolia*, *Baccharis retamoides*, etc.

Dentro de la matriz de arbustal típico del monte encontramos elementos de bosques riparios o más orientales, como los algarrobos *Prosopis flexuosa* y *P. chilensis*. Éstos, junto al retamo nativo (*Bulnesia retama*) han sido afectados por talas intensas para leña y probablemente por incendios (Puig *et al.* 2008).

En algunos sitios se hallan bosques bajos del algarrobo *Prosopis flexuosa* acompañados de escasos ejemplares de *Prosopis chilensis*. Según, Roig y Carretero 1998, estas formaciones estarían conectadas con otras formaciones boscosas en galería de la provincia de San Juan, coincidiendo, a su vez, con la presencia de agua subsuperficial asociada a cauces de escurrimiento

En el marco de la Ley Nacional 26.331 y el Decreto 91/09 que aprueba su reglamentación, el 7 de octubre de 2011 se realizó en la Reserva Villavicencio, el relevamiento de dichos Bosques Nativos, requerido por la legislación, con la posterior constatación de la Dirección de Recursos Naturales de la Provincia de Mendoza, Departamento de Flora Nativa; relevándose 12 ha. de bosque de algarrobo (*Prosopis flexuosa*) desde el lado NO de la Reserva hacia el SO (Puig *et al.* 2008).

Ambientes/unidades de paisajes y comunidades vegetales

La altura es un factor determinante para la disposición de las tres unidades ambientales antes mencionadas, condicionando la composición florística. El Cardonal se ubica altitudinalmente entre el Monte y la Puna, y en su límite superior comparte numerosos elementos florísticos con esta última unidad, ubicándose por lo general en laderas de solanas donde abundan las

cactáceas, siendo características las columnares, algunas bromeliáceas terrestres y otras especies (Martínez Carretero 2000).

Las tres provincias biogeográficas mencionadas se encuentran dispuestas bajo un patrón que va mayormente en sentido este-oeste (Puig *et al*, 2008), también es influyente la orientación de las laderas. Las de umbría y las soleadas difieren en su composición florística, con elementos que proceden del Monte que a medida que se asciende son reemplazados por elementos típicos del Cardonal (Roig 1994).

Entre cada unidad biogeográfica existe un área de transición o ecotono, variable según la topografía. Hay sectores donde la vegetación presenta elementos característicos de Cardonal y Monte, con un estrato arbustivo donde se encuentran especies como *Larrea nítida*, *Schinus fasciculatus*, *Artemisia mendozana*, *Junellia scoparia*, *Trichocereus candicans*, *Fabiana sp.*, *Zucagnia punctata*, *Proustia cuneifolia*, entre otras. También está representado el estrato herbáceo, por especies como *Jarava ichu*, *Hordeum sp*, *Descurainia argentina*, *Senecio sp* y otras.

Un análisis detallado de las comunidades vegetales puneñas fue realizado por (Roig y Martínez Carretero 1998), donde se encuentran entre otras las siguientes comunidades puneñas: comunidad de *Chuquiraga erinacea* y *Lycium fuscum*, comunidad de *Baccharis incarum*, comunidad de *Stipa vaginata* y *Junellia seriphioides*, comunidad de *Stipa scirpea*, comunidad de *Plazia daphnoides*. En la zona por debajo de los 1.500 m.s.n.m, dominan elementos del Monte, con las siguientes comunidades: Comunidad de *Larrea divaricata*, comunidad de *Larrea cuneifolia*, Comunidad de *Proustia cuneifolia*, entre otras. La puna y el cardonal presentan su límite austral en esta reserva.

Existen vegas, humedales inmersos en la matriz xérica dominante, asociados a vertientes, bordes de cursos de agua y planicies enlagunadas. Dominan gramíneas junto con otras especies típicas de espacios hidrófilos como las pertenecientes al género *Juncus*. Hacia las partes más bajas de la Puna, los humedales cambian a fisonomías de pajonales de cortaderas y leñosas riparias de los géneros *Baccharis* y *Tessaria*. Las vegas son muy productivas y con elevada diversidad local de especies, aunque ocupan áreas relativamente pequeñas dentro de la matriz de hábitats áridos (Gonnet *et al* 2014). (**Figura 4**)

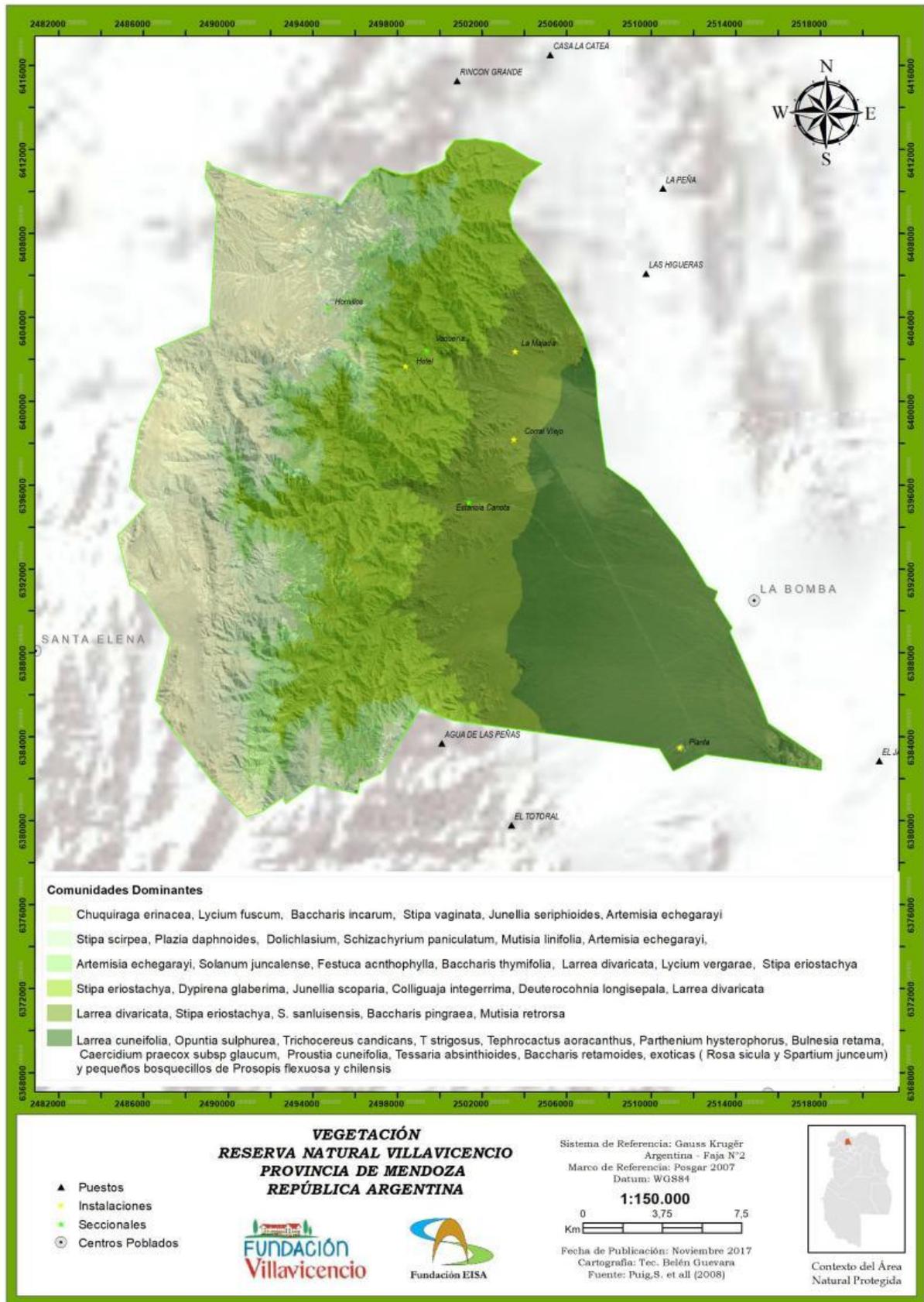


Figura 4. Comunidades vegetales dominantes de la Reserva Natural Villaviciencia.
 Fuente: Plan de Gestión de la Reserva Natural y Sitio RAMSAR Villaviciencia. 2018.

5.8 Fauna

El área de estudio se encuentra biogeográficamente en la región andina del Neotrópico, comprendiendo las provincias de la Puna y del Monte (Morrone 2001, 2014). La Reserva Natural Villavencio tiene grandes extensiones de ambientes en buen estado de conservación, con variedad de nichos, lo que explica la gran diversidad de elementos faunísticos nativos.

Actualmente, con estudios y actualizaciones realizadas por el cuerpo de guardaparques, personal técnico del ANP, y registros aportados por los investigadores que trabajan en el área, se tiene conocimiento de que la lista de vertebrados del área es de 253 especies (37 especies de mamíferos, 192 especies de aves, 21 especies de reptiles y 3 especies de anfibios). Sin embargo, existen especies cuya situación actual es de carácter potencial o para el cual se requirieren datos concretos que ratifiquen su presencia en el área.

6 Caracterización social

6.1 Población

La Reserva Natural Villavencio, se ubica en el departamento de Las Heras, al norte de la Provincia de Mendoza, limitando al norte con la provincia de San Juan, al este con 4 departamentos, entre ellos Ciudad, Lavalle, Guaymallén y Godoy Cruz; al sur con el departamento Luján de Cuyo y al oeste es frontera con la República de Chile.

El departamento de Las Heras, junto con 5 departamentos entre ellos Ciudad, Godoy Cruz, Guaymallén, Luján de Cuyo y Maipú, conforma el Área Metropolitana de Mendoza (AMM), donde se encuentra el mayor porcentaje de población urbana, que concentra el 63% de la población provincial.

Particularmente, el departamento de Las Heras cuenta con una población para el año 2010 de 203666 habitantes (Censo Nacional de Población, Vivienda y Hogares. 2010) y una población proyectada para el 2015 de 223118 habitantes. Según datos oficiales, la evolución de la población muestra un incremento relativamente acelerado de los habitantes del departamento con un incremento relativo del 13% para el último periodo intercensal, siguiendo la tendencia común a los departamentos del AMM, y con valores próximos a la variación provincial.

7 Objetivos

7.1 General

Describir y caracterizar los bosques de *Prosopis flexuosa* de la Reserva Natural Villavencio y determinar si cumplen con criterios de sustentabilidad de la Ley de Bosques, y los umbrales

mínimos dispuestos por la Res. COFEMA 230/12 para poder incluirlos en la Ley de Ordenamiento de Bosques Nativos de la Provincia de Mendoza.

7.2 Específicos

1- Describir la distribución y superficie actual de los bosques de *Prosopis flexuosa* a través de la realización y validación de un mapa de bosques de la Reserva.

2- Determinar la estructura de los bosques de la Reserva Natural Villavicencio a través de la densidad, cobertura, altura de los árboles y diámetro basal.

3- Definir el estado de conservación de los algarrobales a través de la sanidad.

4- Comparar los resultados obtenidos con umbrales mínimos basados en los propuestos por la Res. COFEMA 230/12 que determinan la consideración de un ambiente arbolado como bosque nativo para ser incorporado en el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos: 0,5 ha de superficie de ocupación continua; 2,5 m de altura mínima; 15% de cobertura mínima de copas.

8 Materiales y Métodos

8.1 Confección del mapa

En una primera etapa, a través de una observación de imágenes satelitales de libre acceso de la Reserva, se realizó la identificación de algarrobos, determinándose una zona de distribución probable de *Prosopis flexuosa* teniendo en cuenta información suministrada por investigadores que conocen el área (testimonios, puntos de muestreo, etc.). En segundo lugar, se estableció una zona donde no se visualizaron individuos de algarrobo en las observaciones de imágenes satelitales, que luego se corroboró a campo. Las zonas fueron digitalizadas a través de polígonos en QGIS (**Figura 8**). Se observó una coincidencia entre zona con la ubicación de estos en el esquema biogeográfico de la Reserva propuesto por Dalmasso et al. en 1999 (Plan de manejo de partida) y por Puig S. et al en 2008 (**Figura 4**).

La visualización e identificación de los ejemplares se realizó en primera instancia con Google Earth (imágenes Landsat) y en una segunda instancia en QGIS con Bing Aerial (con mayor resolución: aproximadamente 4,5 píxeles por metro) (**Figura 5**).



Figura 5. Visualización de ejemplares de *Prosopis flexuosa* en QGIS con imagen de Bing (26/11/2016).

Con el objeto de identificar bosques con la cobertura mínima del 20% según la metodología propuesta en el marco del Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques Nativos, se efectuaron clasificaciones supervisadas con la plataforma Google Earth Engine (GEE). Para ajustar el abordaje metodológico y las posteriores evaluaciones se seleccionó el polígono creado a partir de la zona de distribución probable de algarrobo dulce.

Para reducir la subjetividad en la etapa de entrenamiento se utilizaron las grillas del programa Collect Earth para la estimación visual de las coberturas forestales y la posterior validación. Collect Earth es un complemento de Google Earth para la evaluación visual de las tierras a través de imágenes satelitales libremente disponibles que fue desarrollado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) bajo la Iniciativa Open Foris12 (Evaluación de precisión del mapa y estimación del área: una guía práctica. FAO. 2016).

La ventaja de utilizar este complemento es que permite la disposición de grillas de muestreo que pueden modificarse en función de los objetivos de estudio. El uso de esta herramienta permite el conteo de árboles de forma sistemática y fácil de replicar en imágenes de alta resolución.

Las ubicaciones de los puntos de muestreo se importan como un archivo CSV que contiene determinadas columnas con características de estos separadas por comas, para este caso son 252 puntos. Cuando los puntos de muestreo se importan a Collect Earth, son visualizados como grillas de puntos, lo cual permite un conteo sistemático de las copas de los árboles.

El diseño de la parcela en Collect Earth define el tamaño y la forma de la trama, así como el número de puntos que contiene. Para este caso sistemático, se definieron parcelas de una hectárea, acorde a la unidad mínima de mapeo establecida por la Resol. COFEMA 230/12 (0,5 ha). Las imágenes de Google Earth y Bing fueron utilizadas para identificar la cobertura. El diseño de la trama con los puntos dentro ayuda a distinguir entre “bosque” y “no bosque”. A través de este procedimiento se estimó la cobertura arbórea del bosque en cada parcela como el porcentaje de los puntos que tocan un árbol.

Posteriormente se procedió a la redacción de los diferentes scripts en la plataforma de Google Earth Engine (GEE) para clasificar las escenas. En función de los resultados de la revisión de antecedentes y de las pruebas piloto de métodos para la identificación y el monitoreo de bosques en la Región del Monte para el Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques (SNMB) de Argentina y las consultas realizadas a las personas capacitadas, se definieron originalmente 8 tipos de clasificaciones para el sitio. Estas clasificaciones resultan de la combinación alternativa entre tipos de imágenes: Landsat 8 (30x30m de resolución espacial) y Sentinel 2 (10x10 m resolución); tipos de algoritmos: CART y Random Forest; y según el número de clases de cobertura forestal definidas, para este caso: clase 2 (<20% y >20% de cobertura forestal).

El pre-procesamiento de cada mosaico incluyó, en el caso de las escenas Landsat, la implementación del algoritmo Landsat Simple Composite. En el caso de las escenas Sentinel, se adaptó una función para aplicar las máscaras de nubes. Estas incorporaciones permiten mejorar la calidad de las imágenes seleccionadas, en términos de nubosidad y reflectancia. En cada script se incorporó una nueva función para evaluar de forma preliminar la exactitud de cada clasificación, la cual utiliza matrices de error y valida con una parte de los puntos que emplea, el entrenamiento (en este caso fueron puntos obtenidos en gabinete en primera instancia).

En una segunda etapa, se realizó una corroboración a campo de puntos para las clasificaciones propuestas en la primera etapa y de un relevamiento de medidas relacionadas con la estructura del bosque. Con la información obtenida en el campo y la determinación de puntos de control, fue posible la revalidación de los mapas obtenidos en la primera etapa, teniendo como resultado nuevas áreas de distribución y el mapeo de estas, según las 8 clasificaciones descritas anteriormente.

8.2 Parcelas de muestreo

Se establecieron las parcelas de muestreo en los sitios donde se corroboró la presencia de *Prosopis flexuosa* a través del recorrido de la Reserva y de la primera aproximación del mapa obtenido. 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; Alvarez et al., 2006). Por esto, se ubicaron dos parcelas de 1.000 m² (50 x 20m), separadas entre sí por una distancia de 100 m en cada sitio. Con cinta métrica se definió una línea de 50 m, y hacia cada lado de esa línea se midieron 10 m, conformando una transecta rectangular con un lado mayor de 50 m y un lado menor de 20 m.

Para este análisis, no se realizaron muestreos en las comunidades vegetales del Retamal y el Jarillal. Sin embargo, en los viajes a campo, realizados en octubre de 2018 y en mayo de 2019, se recorrieron las mismas, tomando puntos de control para ajustar mejor la clasificación de las imágenes. (**Figura 6**).

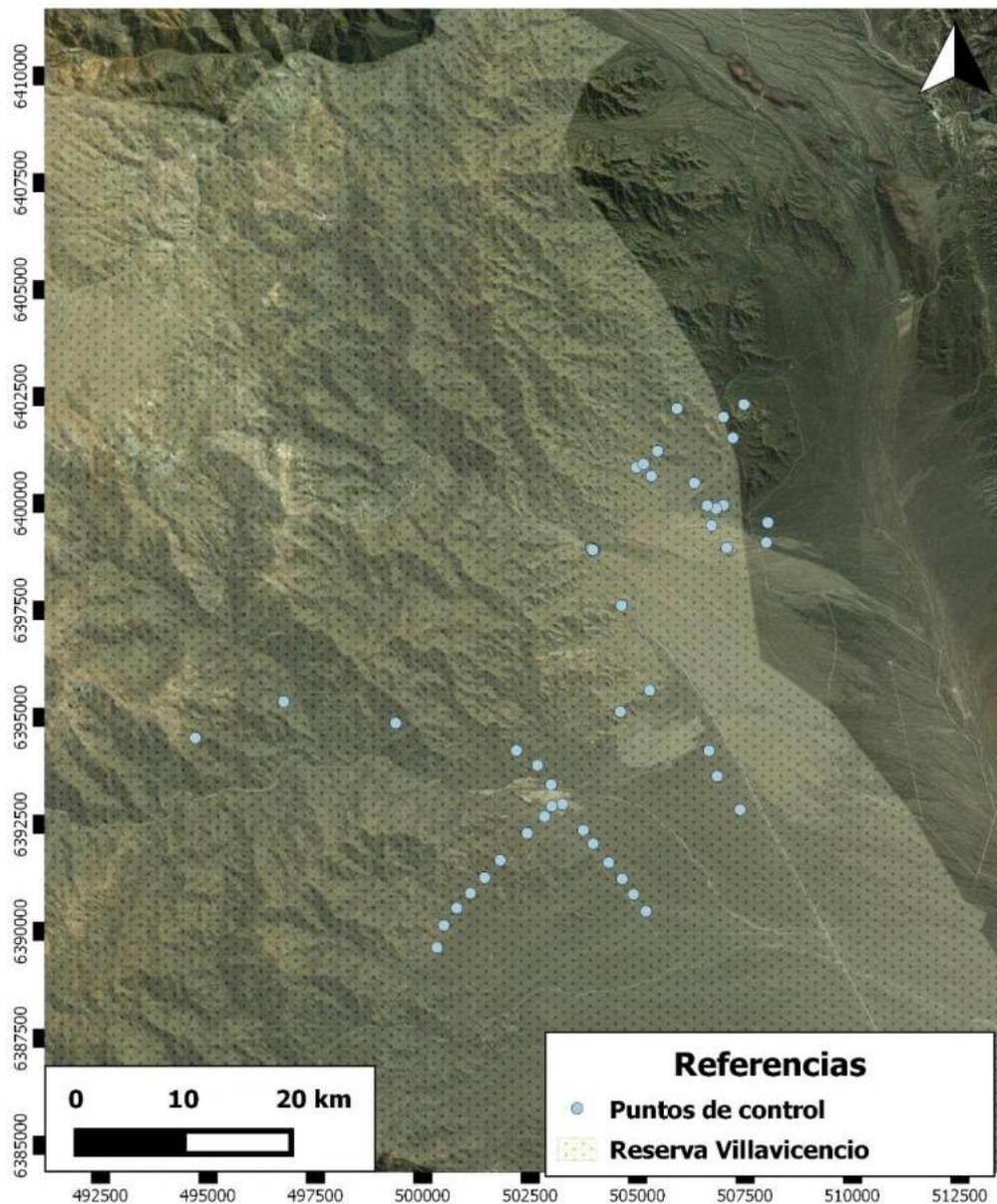


Figura 6. Puntos de control para validación del mapa

Se ubicaron 16 parcelas, en el Noreste de la Reserva y en el límite con Las Higueras, en la zona de La Majada, hasta el puesto Corral Viejo. (**Figura 7**). Se tuvieron en cuenta para categorizar las 16 parcelas muestreadas: coberturas mínimas de 15% y alturas mínimas de 2,5 m. Los umbrales utilizados son levemente menores a los establecidos por la resolución del COFEMA, por tratarse de una zona de conservación en la que se observó un buen estado general de los algarrobales y que podría alcanzar los parámetros de la Resolución (20 % de cobertura y 3 m de altura promedio), tal como se expresa en la misma, y según la definición de bosques de la F.A.O 2015, que tienen en cuenta la “potencialidad” de los mismos de alcanzar parámetros establecidos. Las categorías son: CUMPLEN (con uno o ambos parámetros) y NO CUMPLEN (con ningún parámetro).

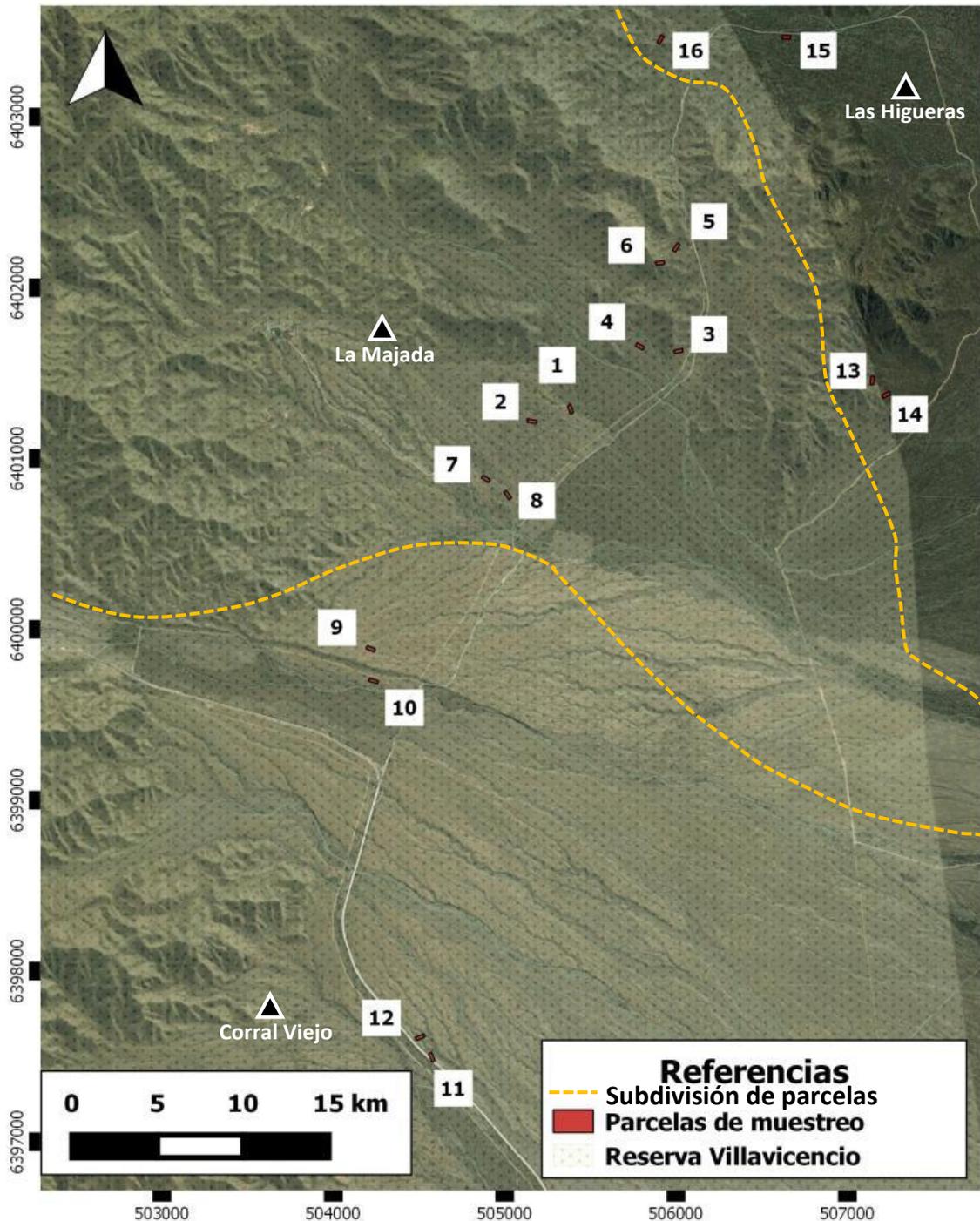


Figura 7. Parcelas de muestreo

8.3 Inventario dasonómico

En cada parcela se registró el número total de individuos de *P. flexuosa*. Se determinó para cada individuo: altura del árbol (m) y dimensiones de la copa (diámetro menor y mayor) (m) con varillas métricas; forma (erecto, semierecto o decumbente); número, altura y diámetro basal de los fustes (cm) utilizando un calibre y/o cinta métrica, y el estado sanitario (muerto, sanidad mala, sanidad regular, sano). 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 (utilizada por Alvarez y colaboradores 2006):

$$Deq=2 \cdot \sqrt{\pi (dab1/2)^2 + \pi (dab2/2)^2 + \pi (dab3/2)^2 + \dots + \pi (dabn/2)^2 / \pi}$$

8.4 Determinación del estado sanitario

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 y colaboradores (2006):

- Muertos: individuos muertos en pie, es decir 100 % de ramas muertas.
- 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 %.
- 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 %.
- 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.

8.5 Determinación de la forma

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 sumados 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). Además, se han considerado otras observaciones a campo, como indicios y signos de fauna asociada. Esta información es importante para recomendar

ciertas pautas relacionadas con el manejo forestal de los algarrobales estudiados.

8.6 Análisis estadístico

Se realizó un análisis prospectivo de los datos y se estimaron medidas de estadística descriptiva por parcela (valores medios y de desviación de altura, área de la copa y diámetro basal equivalente) en tablas para su tratamiento posterior y en gráficos para su visualización.

Además, se realizó un Análisis de Componentes Principales, que es una técnica utilizada para describir un conjunto de datos en términos de nuevas variables ("componentes") no correlacionadas. Los componentes se ordenan por la cantidad de varianza original que describen, por lo que la técnica es útil para reducir la dimensionalidad del conjunto de datos.

Con este procedimiento se pudo visualizar el grado de relación entre las categorías de cada variable. La interpretación del resultado puede hacerse de forma sencilla a través de gráficos y cuando el grado de asociación es alto, éstas aparecieron en el diagrama relativamente juntas.

Este análisis en primer lugar ordenó a los sitios de muestreo de acuerdo con la similitud o no de su estructura diamétrica (diámetro basal equivalente), de copas (área de la copa promedio), de altura (promedio), de cobertura (total) y de densidad (total). Se realizó una distinción de color entre parcelas de la zona de La Majada (LM), zona de Corral Viejo (CV) y zona de Las Higueras (LH). Si la clasificación previa se relacionara con la estructura poblacional, entonces los sitios deberían agruparse y diferenciarse de los otros, constituyéndose en unidades boscosas diferentes.

9 Resultados

9.1 Mapa de distribución de los bosques en la Reserva

Sobre el área inicialmente propuesta (Zona de distribución probable) y los puntos de presencia confirmada de algarrobos aportados por investigadores (**Figura 8**), se corroboró la presencia de individuos de *Prosopis flexuosa* en las campañas efectuadas, ajustando el mapa a la información empírica y a las imágenes satelitales analizadas. Teniendo en cuenta esto, en las figuras 9 y 10, se representa la zona donde se distribuye la unidad del algarrobal.

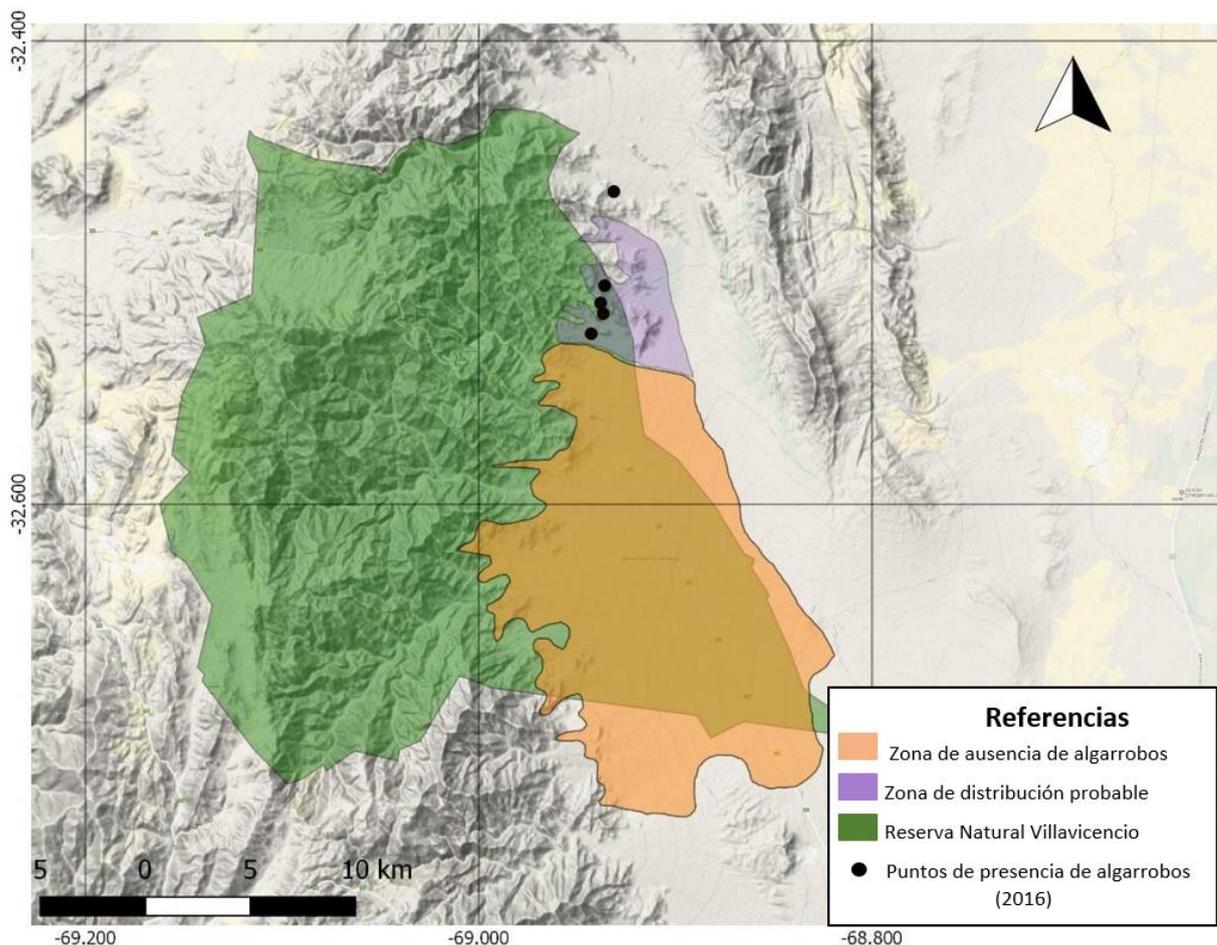


Figura 8. Zona de distribución probable, zona de ausencia de algarrobos y puntos corroborados de presencia de algarrobos.

Luego del análisis de imágenes satelitales, la aplicación de los diferentes scripts en Google Earth Engine (GEE) y la validación a campo, se obtuvieron los resultados de las distintas clasificaciones, habiendo aplicado la herramienta de análisis de ráster “filtrado”, la cual elimina polígonos ráster más pequeños con un umbral de 500 píxeles y los reemplaza con el valor del píxel del polígono vecino más grande.

De las 8 clasificaciones resultantes, las que mejor representaron lo observado en campo y los datos obtenidos, corresponden a: Landsat Cart SATVI (**Figura 9**) y Sentinel Random Forest (**Figura 10**). Las clasificaciones restantes se encuentran en Anexo I. A continuación, se presenta el mapa de la unidad del algarrobal junto con ambas clasificaciones y las parcelas diferenciadas según si cumplen con los parámetros establecidos para el presente trabajo (CUMPLEN= cobertura > 15%; altura > 2,5 m o ambos parámetros. NO CUMPLEN= cobertura <15% y altura <2,5 m).

La unidad del algarrobal presenta un área de 8 ha. La mayor parte de esta área se encuentra fuera de la Reserva en la zona de Las Higueras y corresponderían a las zonas con bosques de mayor desarrollo según las clasificaciones obtenidas (no se pudieron muestrear porque es un área privada que no permitió el acceso).

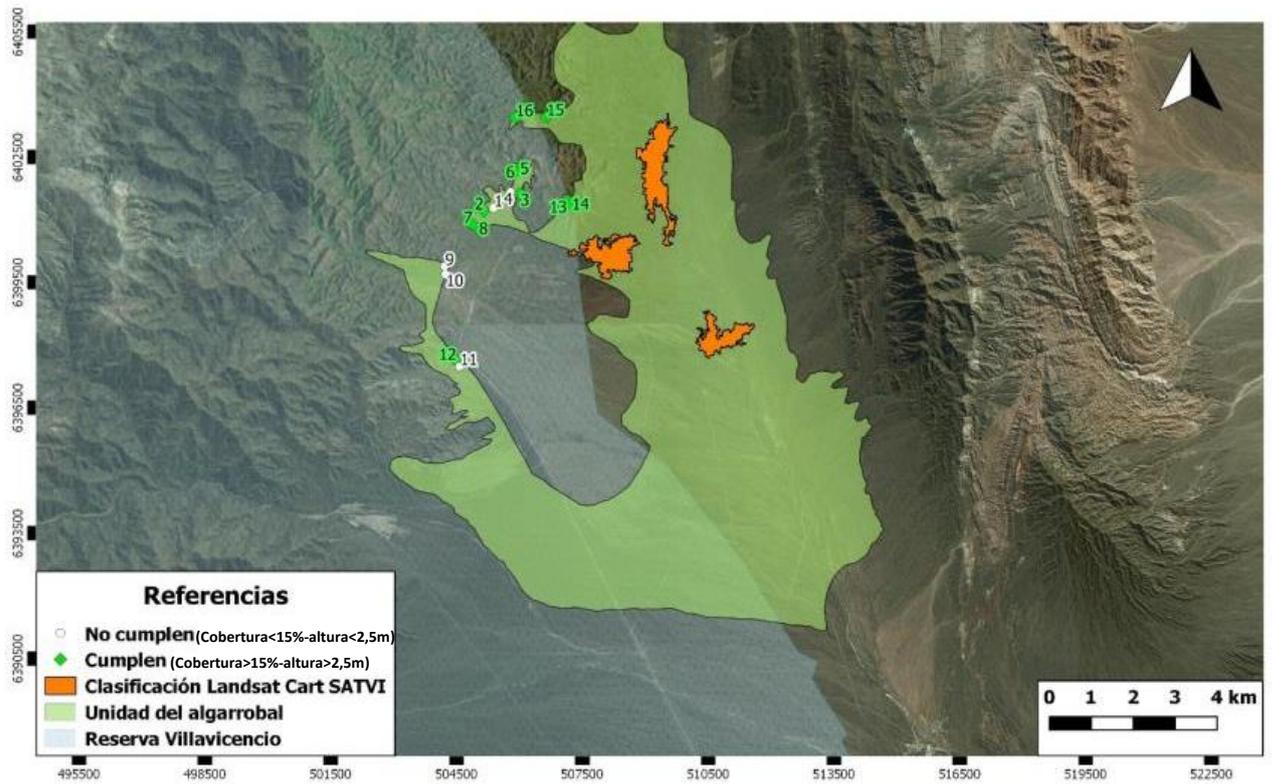


Figura 9. Mapa de unidad del algarrobal y clasificación Landsat Cart SATVI

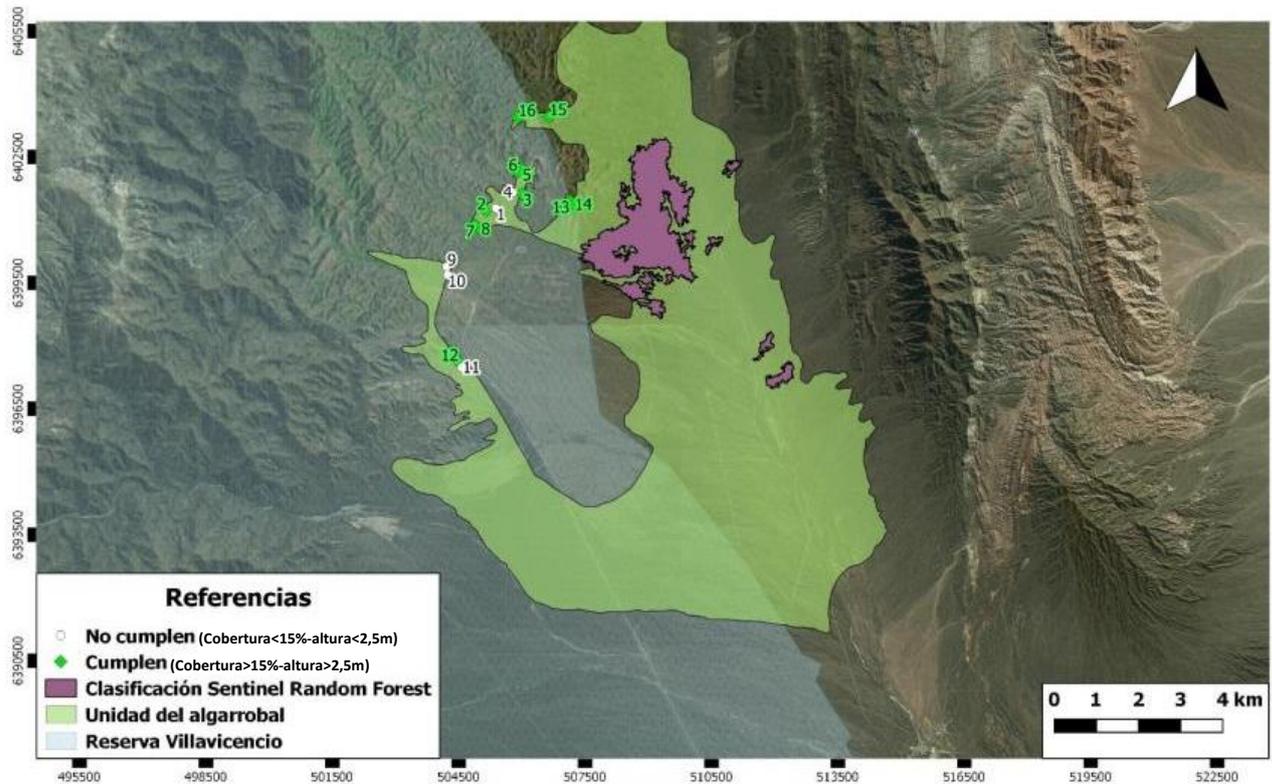


Figura 10. Mapa de unidad del algarrobal y clasificación Sentinel Random Forest

9.2 Análisis multivariado CPA

En primer lugar, para este análisis, es conveniente seleccionar los componentes, que tal como

expresa la tabla de autovalores para este caso, son el Componente Principal 1 (CP1) y el Componente Principal 2 (CP2), ya que juntos explican el 88% de la varianza del conjunto de datos (0,88 de proporción acumulada en el CP2). Otro criterio de selección de basa en que los valores de los componentes deben ser mayores a 1 (CP1 con un valor de 3,12; CP2 con un valor de 1,27). (**Tabla 1**)

Tabla 1. Tabla de autovalores

Autovalores			
Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum
1	3,12	0,62	0,62
2	1,27	0,25	0,88
3	0,41	0,08	0,96
4	0,18	0,04	1,00
5	0,02	3,1E-03	1,00

Puede observarse en segundo lugar, en la tabla de correlaciones entre componentes y las variables originales, que el CP1 se encuentra representado por las variables: diámetro basal equivalente (0,96), área de la copa promedio (0,92) y altura promedio (0,81). El CP2 se encuentra representado por las variables cobertura total (0,96) y densidad total (0,47).

Esto quiere decir que, en general, en aquellas parcelas que tengan mayor cantidad de individuos y una cobertura total poco más elevada, los individuos serán más bajos, tendrán un área de la copa menor y un diámetro basal equivalente más pequeño que aquellas parcelas que tengan menor número de individuos y menor cobertura total. (**Tabla 2**)

Tabla 2. Tabla de correlaciones de componentes con las variables originales

Correlaciones con las variables originales			
Variables	CP 1	CP 2	CP 3
Densidad total ind/ha	-0,82	0,47	0,11
Cobertura total (%)	-0,15	0,96	-0,12
Área de la copa promedio (..	0,92	0,17	-0,32
H promedio (m)	0,81	0,24	0,53
Diámetro basal equivalente..	0,96	0,18	-0,06

En la representación gráfica del análisis a través de un Gráfico Biplot, pueden verse qué variables “explican” más a un componente que a otro, es decir, combina la representación de los datos y las variables. En términos estadísticos, el factor o componente principal es una variable artificial que se obtiene como combinación lineal de las cinco características consideradas y se interpreta en función de las variables más correlacionadas con éste.

Los agrupamientos de parcelas no diferencian distintas zonas del área de estudio (La Majada, Corral Viejo y Las Higueras), por lo que se puede concluir que no existe un patrón espacial que explique la distribución de las parcelas en el diagrama de componentes principales. Esto significa que no es posible diferenciar la estructura del bosque según los sitios, por lo que desde el punto de vista estructural se trataría de un solo tipo de bosque con variabilidad

interna, pero con cierta continuidad estructural. Un punto a destacar es que el análisis indica que donde se registraron las mayores alturas, hay menores densidades de individuos, y viceversa, donde se registraron las mayores densidades de individuos se encontró que sus alturas son menores. **(Figura 11)**

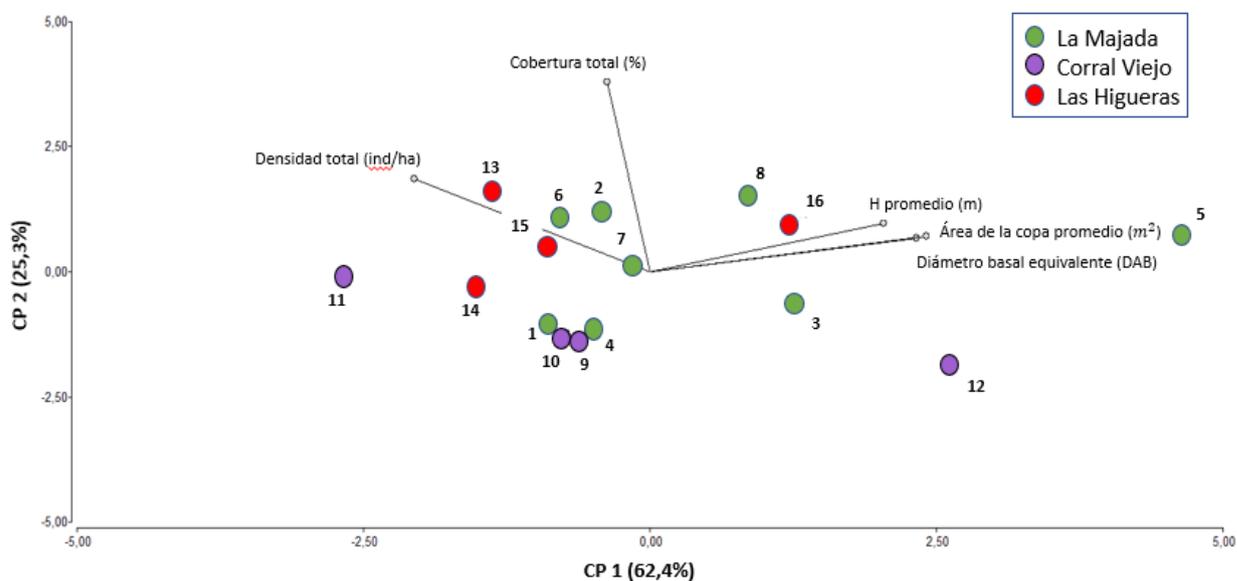


Figura 11. Diagrama Biplot de componentes principales según zonas del área de estudio

9.3 Descripción general del bosque

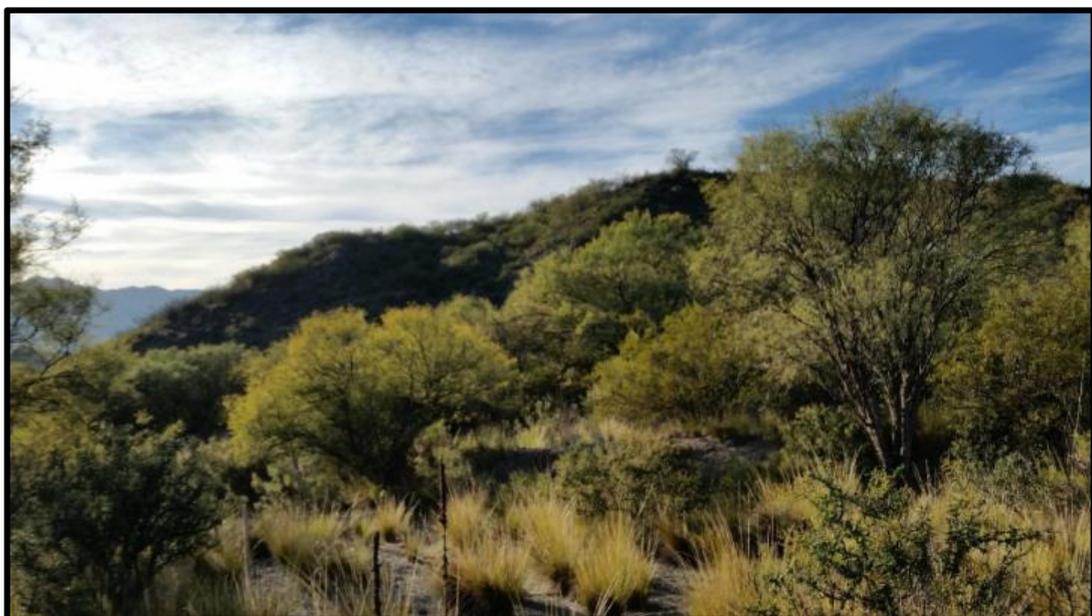
El bosque de la Reserva es abierto, dominado por *Prosopis flexuosa* y acompañado de otras especies leñosas como *Schinus*, *Larrea*, *Condalia*, *P. chilensis*, *Bulnesia retama*, *Zuccagnia punctata*, citadas como típicas de la región biogeográfica del Monte y con presencia corroborada en observaciones a campo. El paisaje se trata de un arbustal típico del monte, con parches de bosques.

La comunidad ubicada hacia el sureste del área protegida fue impactada por incendios, pero pudo observarse que se encuentra en buen estado de recuperación, con escasos individuos longevos (zona de Corral Viejo y límite con La Majada). **(Fotografía 1)**

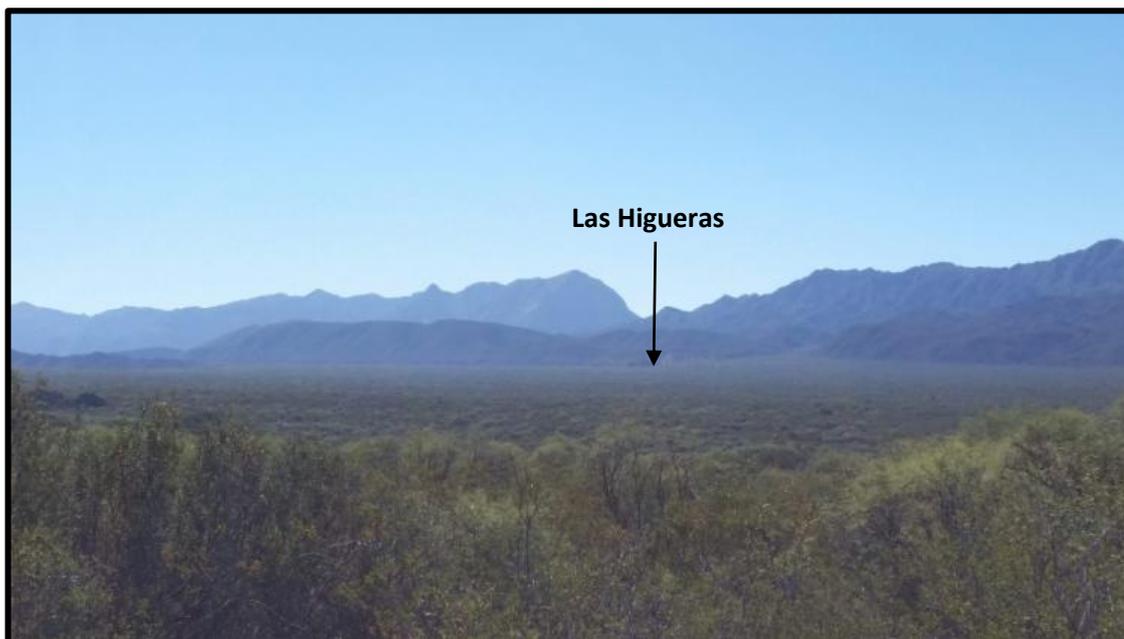


Fotografía 1. Vista hacia el SE de la Reserva, zona de Corral Viejo. Se observan pequeños ejemplares y renovales de *Prosopis flexuosa*.

Hacia el límite con Las Higueras, se encontraron individuos de gran porte, dominando la comunidad a la que se pudo acceder, posiblemente puedan encontrarse mayor cobertura y densidad de individuos en la zona de Las Higueras donde no se logró acceder por cuestiones logísticas de propiedad privada. (**Fotografía 2, Fotografía 3**)



Fotografía 2. Vista hacia el NE de la Reserva, zona de La Majada, en el límite con Las Higueras, se observan individuos de mayor porte.



Fotografía 3. Vista hacia el NE de la Reserva, se observa la zona de algarrobales donde no se logró acceder, de campo aledaño Las Higueras

En la zona de La Majada se encontró en la primera campaña, un ejemplar de *Leiosaurus paronae* (chelco del algarrobal, matuasto del palo). Esta especie está categorizada como Vulnerable según AHA (Asociación Herpetológica Argentina) (Categorización de la Herpetofauna Argentina 2012) y también como Vulnerable según SAyDS Res 1055 (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable) (Categorización de anfibios y reptiles de Argentina. Lista de reptiles y anfibios endémicos de Argentina 2013). (**Fotografía 4**, a continuación) (**Fotografía 5, Fotografía 6- Anexo II**).



Fotografía 4. Ejemplar de *Leiosaurus paronae* encontrado en primera campaña del presente trabajo (octubre 2018). Zona de Corral Viejo.

Fue posible también, observar el ensamble de animales carnívoros que se encuentran en los bosques de algarrobo a través de rastros de Puma y Gato montés, en las campañas del presente trabajo. (**Foto 7**).



Fotografía 7. Fecas de puma encontradas bajo ejemplar de *Prosopis flexuosa* en el área de La Majada (octubre 2018).

9.4 Categorías de cumplimiento de altura y cobertura

Las categorías adoptadas, basadas en umbrales mínimos dispuestos en Res. COFEMA 230/12, son: CUMPLEN (con 2,5 m de altura mínima, 15% de cobertura mínima de copas, o ambos parámetros) y NO CUMPLEN (con ningún parámetro). Para las categorías, se analizaron las coberturas de individuos mayores a 2,5 m de altura promedio, ya que la Resolución mencionada, no especifica si el umbral mínimo de coberturas de copas es del total o de aquellos individuos que cumplen con el umbral mínimo de altura. (**Tabla 3**).

A través del Análisis de Componentes Principales, pudo determinarse que los resultados obtenidos no permitieron diferenciar las parcelas según un patrón espacial, por lo tanto, los parámetros del bosque presentan continuidad estructural. La descripción y variables características se analizarán teniendo en cuenta esto. El número total de individuos muestreados en las 16 parcelas es 479, de los cuales, 5 individuos se encontraron muertos. Del total de parcelas, pudo notarse que cinco de ellas no cumplieron con los parámetros de altura y cobertura (NO CUMPLEN), cuatro de ellas cumplieron ambos parámetros, y las siete restantes cumplieron con uno u otro parámetro (CUMPLEN).

9.5 Estructura del bosque por parcela

A continuación, se presenta una tabla de síntesis de variables (densidad, cobertura, altura, DAB y categorías de CPA) por cada una de las 16 parcelas:

Tabla 3. Síntesis de variables por parcela

Parcelas	Densidad		Cobertura		Altura			DAB	Categorías de cumplimiento*	
	Total (ind/ha)	Ind. h>2,5m (ind/ha)	Total (%)	Ind. h>2,5m (%)	Promedio de todos los árboles (m)	Promedio Ind. Adultos (m)	Máxima (m)	Promedio (cm)		
La Majada	1	260	50	17,2	5,47	1,98	2,19	3,30	9,92	NC
	2	420	250	26,7	21,00	2,66	2,86	3,90	10,91	C
	3	170	90	17,54	16,38	2,57	3,23	5,20	14,40	C
	4	240	90	15,58	11,62	2,25	2,98	4,10	9,18	NC
	5	90	40	21,60	19,57	2,85	3,43	6,00	23,59	C
	6	340	140	29,28	16,90	2,25	2,59	3,50	9,29	C
	7	320	150	21,67	14,75	2,50	2,77	3,80	11,23	C
	8	260	120	30,68	10,70	2,60	3,24	4,50	13,23	C
Corral Viejo	9	260	80	14,36	8,97	2,28	2,60	3,10	8,99	NC
	10	230	70	16,13	11,33	2,06	3,06	3,80	8,95	NC
	11	550	100	19,62	10,75	1,89	2,65	3,70	7,57	NC
	12	70	50	7,76	6,47	3,03	3,03	3,80	15,47	C
Las Higueras	13	550	260	27,88	23,25	2,46	3,24	4,70	10,60	C
	14	400	140	19,45	15,87	2,17	2,97	4,90	8,42	C
	15	400	170	23,64	17,28	2,41	2,90	4,10	9,98	C
	16	260	190	25,07	20,99	2,82	3,28	5,20	14,91	C

* (CUMPLEN=C: con 2,5 m de altura mínima, 15% de cobertura mínima de copas, o ambos parámetros;
NO CUMPLEN=NC: con ningún parámetro)

De toda la unidad boscosa, la cobertura total mínima es de 7,76 %, registrada en la Parcela 12 y la cobertura total máxima es de 30,7 %, registrada en la Parcela 8. Si consideramos la cobertura de individuos mayores a 2,5 m de altura, tal como se utilizó en las categorías de cumplimiento de altura y cobertura, la mínima es de 5,5 % registrada en la Parcela 1 y la máxima es de 23,2 % registrada en la Parcela 13. De las 16 parcelas muestreadas, la mitad superan el 15% de cobertura de individuos mayores a 2,5 m (parcelas 2, 3, 5, 6, 13, 14, 15 y 16) y de ellas tres (parcelas 2, 13 y 16) superan el 20 % de cobertura.

Con respecto a la densidad total, la mínima es de 70 individuos/ha registrada en la Parcela 12 y la máxima es de 550 individuos/ha registrado en la Parcela 11. La densidad promedio de individuos mayores a 2,5 m de altura tiene un mínimo de 40 individuos/ha registrado en la Parcela 5 y un máximo de 260 individuos/ha registrado en la Parcela 13.

La altura promedio mínima (1,89 m) se registró en la Parcela 11 y la altura promedio máxima (3,03 m) se registró en la Parcela 12. El individuo más alto se encontró en la Parcela 5, con una altura de 6 m. De las 16 parcelas muestreadas, siete de ellas (parcelas 2, 3, 5, 7, 8, 12 y 16) presentaron alturas promedio mayores o iguales a 2,5 m. Todas las parcelas tuvieron árboles que superaron los 3 m de altura requeridos por la resolución de COFEMA.

Para el DAB promedio, todas las parcelas presentaron valores mayores a 7,5 cm, con un mínimo de 7,6 cm registrado en la Parcela 11 y un máximo de 23,6 cm registrado en la Parcela 5. Es decir, se podría considerar que, en promedio, todas presentaron mayoría de individuos adultos.

Según las categorías de cumplimiento de umbrales mínimos propuestas, del total de parcelas muestreadas, sólo cinco no cumplen con ningún parámetro considerado (altura mayor a 2,5 m y cobertura mayor a 15%) (parcelas 1, 4, 9, 10 y 11). Las once restantes, cumplen de alguna forma con uno de los parámetros considerados o ambos (parcelas 2, 3, 5 y 16); otras sólo con el 15 % de cobertura (parcelas 6, 13, 14 y 15) y las tres restantes sólo con el mínimo de 2,5 m de altura (parcelas 7, 8 y 12)).

9.6 Altura

Con respecto a la altura, del total de individuos vivos, la mayoría se encuentran representados por la clase de 1,5 m a 2,5 m, con una media de 115 individuos/ha.

De 16 parcelas medidas, la altura promedio es de 2,42 m, variando entre 1,89 m y 3,03 m. 7 parcelas presentaron una altura promedio mayor a 2,5 m, y una de ellas presentó

una altura promedio poco mayor a 3 m (3,03 m) (Parcela 12 de la Zona de Corral Viejo). Las restantes 7 parcelas tuvieron una altura promedio mayor a 2 m y sólo dos de ellas tuvieron valores menores pero cercanos a 2 m de altura promedio (Parcela 11 de Corral viejo con 1,89 m y Parcela 1 de la Majada con 1,98 m).

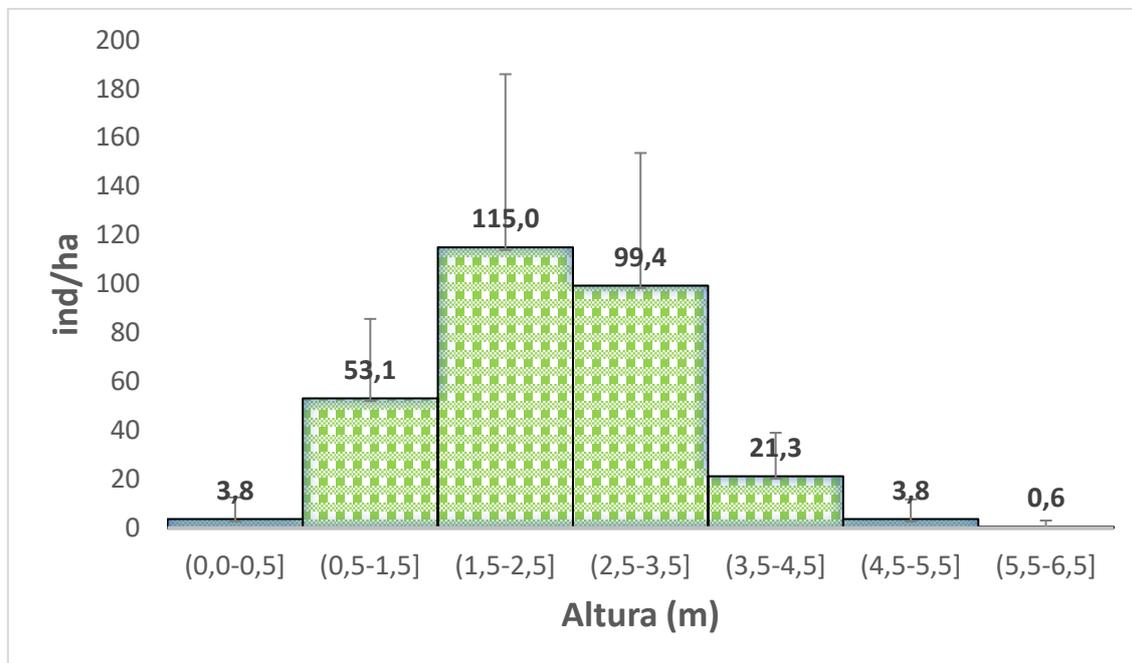


Figura 12. Proporción de individuos según su altura

9.7 Estructura diamétrica

En la distribución de frecuencias diamétricas, las mayores frecuencias se dan en la clase de 2,5 cm a 7,5 cm (105 individuos/ha) y luego, en la clase de 7,5 cm a 12,5 cm (73,1 individuos/ha). La frecuencia de individuos/ha disminuye conforme aumentan los DAB en las clases diamétricas. La estructura diamétrica muestra una disminución de frecuencias hacia individuos de mayores DAB, y escasos renovales ($DAB < 2,5$ cm). Esto podría indicar un bosque en recuperación desde hace poco años, es decir, con un establecimiento reciente.

De las 16 parcelas muestreadas, el individuo de mayor tamaño registrado tiene 84,5 cm de DAB. El menor DAB registrado es de 0,5 cm para algunos renovales. El promedio total para todos los individuos medidos es de 10,6 cm.

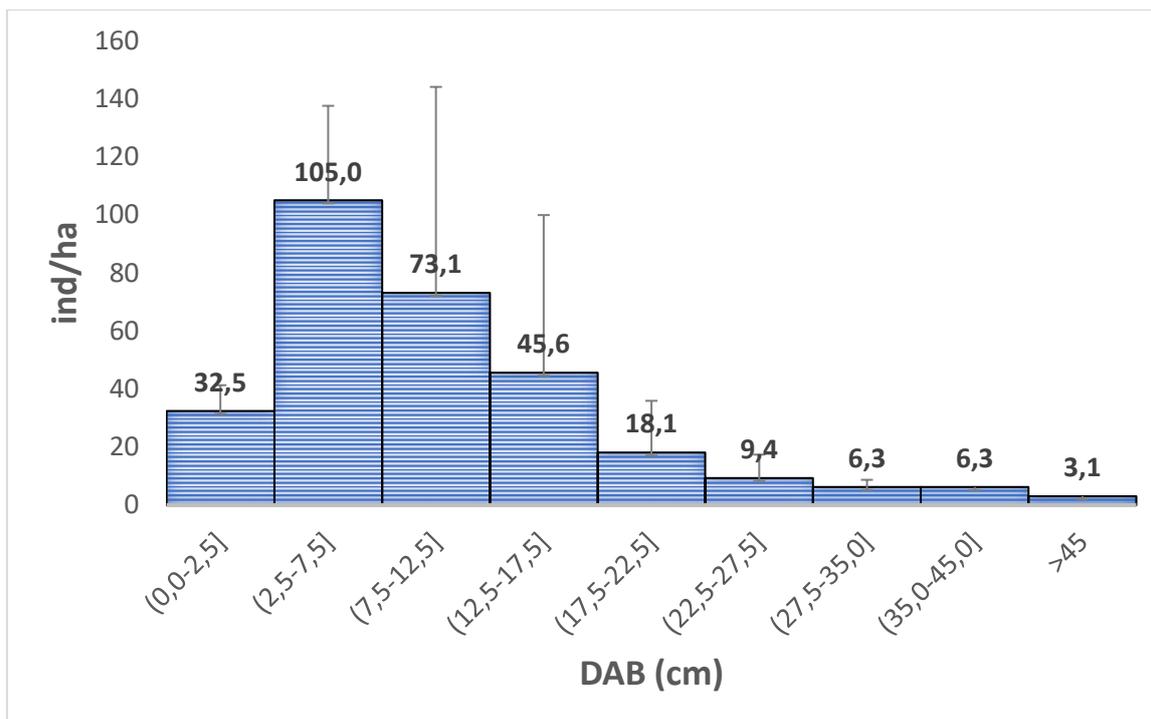


Figura 13. Proporción de individuos según su diámetro basal equivalente

9.8 Fustes

Del total de individuos (479), la mayoría presentó más de tres fustes, con un porcentaje de 54% (260 individuos); el 19% fueron unifustales (91 individuos); el 14% presentó dos fustes (57 individuos) y finalmente, el 13% del total presentaron tres fustes (61 individuos).

El promedio de fustes de toda la unidad es de 4,81 fustes por árbol. Es decir, son en general, multifustales. El máximo número de fustes encontrados en un ejemplar fue de 20.

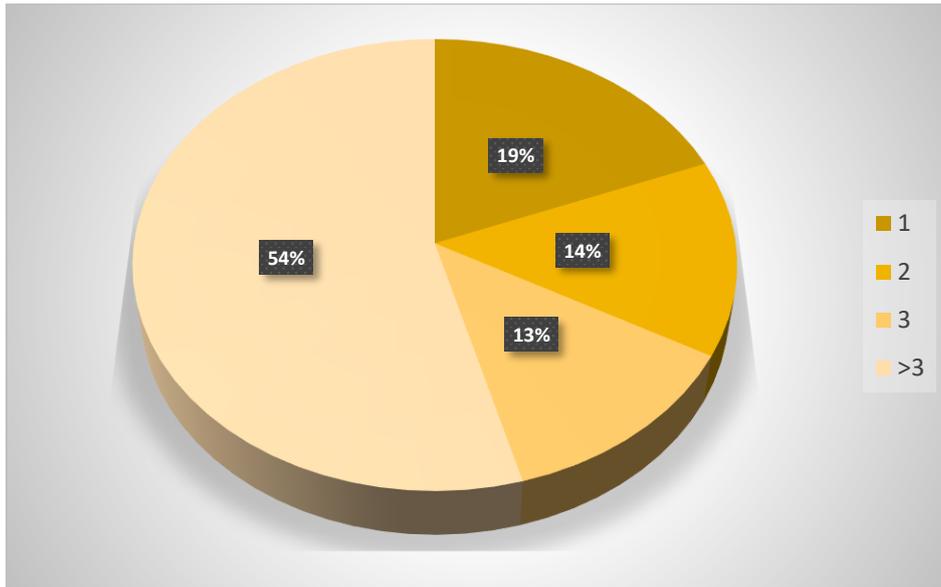


Figura 14. Proporción de individuos según su número de fustes

9.9 Estado sanitario del bosque

En cuanto al estado sanitario general, el 77% (370 individuos) de los árboles estaban sanos, el 16% (78 individuos) presentó sanidad regular, el 6% (26 individuos) tuvo sanidad mala y sólo el 1% (5 individuos) fueron individuos muertos.

La proporción de individuos muertos y con sanidad mala del total, es pequeña. El estado sanitario general del sitio es bueno, ya que los individuos sanos y con sanidad regular corresponden al 93% del total de árboles muestreados.

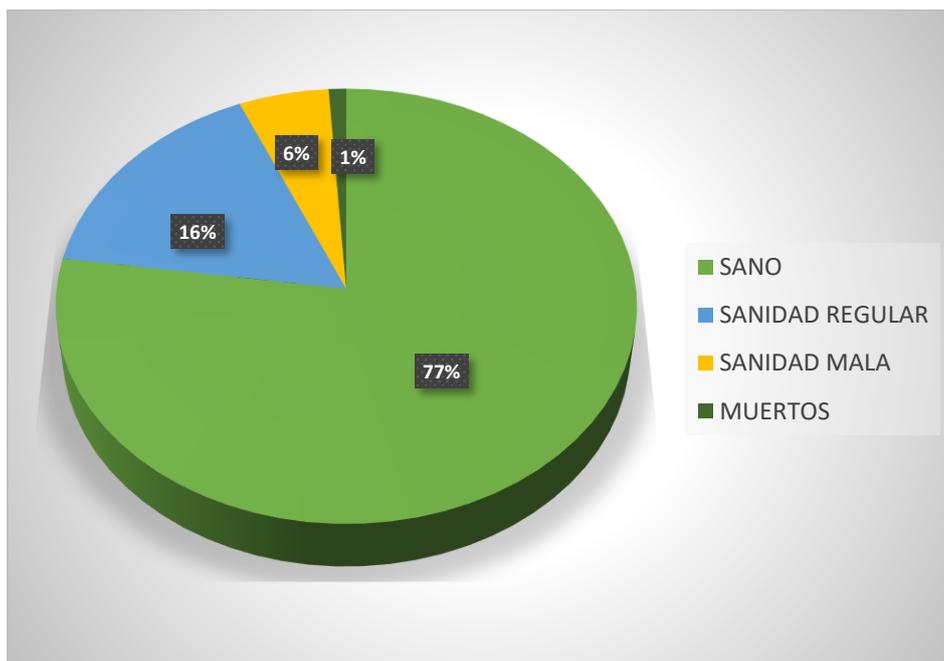


Figura 15. Proporción de individuos según su estado sanitario

9.10 Forma

Los resultados de la forma fueron: 66% (313 individuos) de árboles semierectos, 19% (88 individuos) erectos y 15% (73 individuos) decumbentes. La forma predominante del sitio es de árboles semierectos, y una proporción menor se trata de decumbentes y erectos (34%).

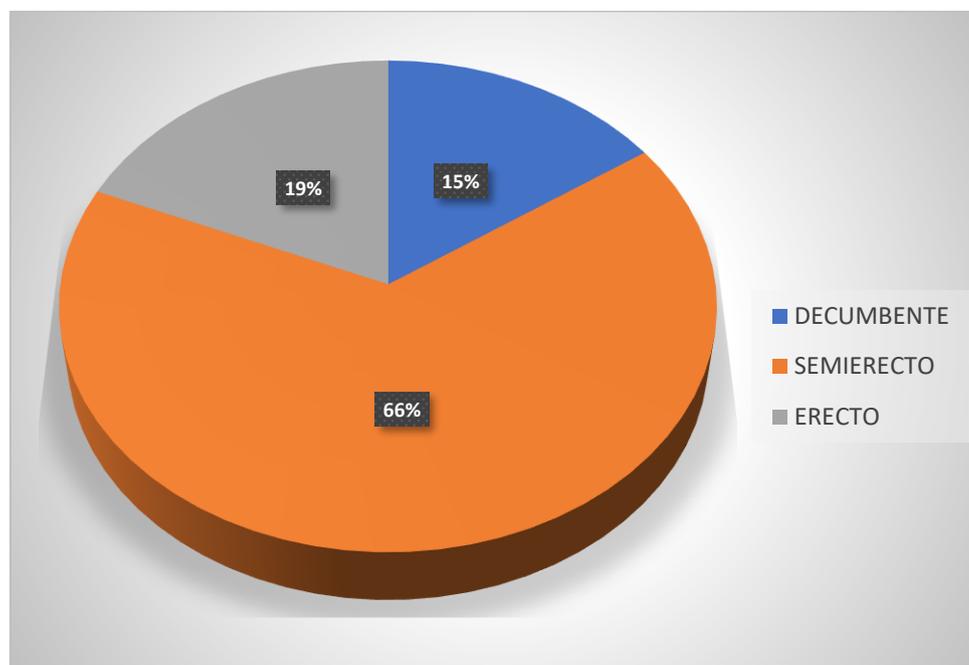


Figura 16. Proporción de individuos según su forma

A continuación, se presenta una síntesis de los datos de la unidad boscosa como medias, desviaciones estándar (DE), coeficientes de variación (CV), máximos y mínimos, en la siguiente tabla:

Tabla 4. Cobertura total de los algarrobos y de adultos (diámetro basal > 7,5 cm); densidad total y de adultos; altura total, de adultos y máximas; diámetro de copa total y de adultos.

Variable	Media	DE	CV	Mín	Máx
Cobertura arbórea total (%)	20,88	6,16	0,29	7,76	30,67
Cobertura arbórea de adultos (%) *	16,99	5,25	0,31	7,76	24,53
Densidad total (ind/ha)	301,25	139,09	0,46	70	550
Densidad de adultos (ind/ha) *	161,25	65,41	0,40	60	280
Altura total promedio (m)	2,42	0,32	0,13	1,89	3,03
Altura promedio de adultos (m) *	2,94	0,32	0,11	2,19	3,43
Altura máxima (m)	4,22	0,79	0,19	3,10	6
Diámetro de copa total (m)	2,85	0,64	0,22	1,82	4,51

Variable	Media	DE	CV	Mín	Máx
Diámetro de copa de adultos (m) *	3,65	0,72	0,20	2,90	5,75

* Se consideraron juveniles a los individuos cuyo diámetro basal fue menor a los 7,5 cm y adultos a los individuos cuyo diámetro basal fue mayor a los 7,5 cm.

10 Discusión

Los resultados obtenidos en esta tesina aportan información acerca de la estructura forestal de los algarrobales de la Reserva Natural Villavicencio. A partir de éstos, podrán proponerse pautas de manejo acordes, promoviendo la conservación y el uso sustentable de los mismos. Además, los relevamientos realizados en este trabajo, podrían ampliar la distribución de bosques de *P.flexuosa*, citada para Mendoza. Es el primer inventario a campo de bosques de algarrobo que se realiza siguiendo criterios de COFEMA.

La metodología empleada para el mapeo de los bosques es sensible a la cobertura de copas, pero otros criterios para definir un bosque según COFEMA, como la altura, sólo pueden corroborarse a campo. En este caso, la metodología de mapeo resultó subestimar las zonas con mayor densidad de individuos (pero menor cobertura de copas) y aquellos bosques más ralos (< 15% de cobertura) o los que pertenecen a parches que se disponen de forma discontinua en el área. Posiblemente una masa forestal continua y de mayores dimensiones es más fácil de detectar por este método y es necesario digitalizar la información obtenida de campo para corregir los mapas con parches forestales detectados de forma empírica. Podría decirse que un primer análisis se constituye con sensores remotos y teledetección a escala regional, pero debe complementarse con información empírica obtenida a escala local.

En la Reserva Villavicencio, se pudo encontrar una similitud espectral dada por *Prosopis* y otras comunidades o poblaciones (como por ejemplo *Zuccagnia punctata*). Es por esto, que los muestreos a campo resultan fundamentales para distinguir las comunidades vegetales y para corroborar presencia o ausencia de bosques. A través del análisis de imágenes se detectó que la zona de Las Higueras podría tener parámetros estructurales similares a los medidos dentro de la reserva, pero por motivos logísticos de ingreso a la propiedad privada, no se permitió el acceso.

En base a un análisis de componentes principales, se pudo corroborar a partir de muestreos dasonómicos de los algarrobos, obtenidos de campo, que los sitios relevados presentan continuidad estructural. Las parcelas de muestreo no pudieron ser diferenciadas en función del comportamiento de sus variables estructurales según un patrón espacial.

Para este trabajo, el aprovechamiento económico de la madera del bosque no se ha considerado relevante, por encontrarse dentro de una reserva provincial, sin embargo, el bosque es proveedor de otros servicios ecosistémicos. La evaluación de los parámetros estructurales, indican que se trata de un bosque joven, con grandes zonas de buena regeneración luego de disturbios por fuego, como fue corroborado con parcelas en el área de Corral Viejo. En general, son individuos multifustales, de pequeño porte y con baja a media cobertura de copas. Pudo notarse que disminuía la densidad de individuos en aquellas parcelas donde se encontraban los ejemplares más altos, con mayor área de copa y, por lo tanto, con mayor DAB equivalente. Recíprocamente, donde aumentaba la densidad de individuos, éstos se volvían menos altos, con menor área de copa y, por lo tanto, menor DAB equivalente.

Con respecto al desarrollo de los árboles, la altura promedio de los individuos de *P. flexuosa* en Villavicencio es de 2,4 m, es decir que el promedio se encuentra cercano a los de la zona central del Monte para Telteca y Ñacuñan. Según bibliografía, en los bosques del norte, como Pipanaco (Catamarca), la altura promedio es ampliamente mayor, alcanzando los 9 m. Existe evidencia de que estas diferencias podrían deberse a adaptaciones de esta especie con respecto a las bajas temperaturas soportadas por las plantas (mayor proporción de días con heladas en el centro del Monte), debido a la destrucción del meristema apical por el accionar de heladas. Este mismo efecto, podría ser estudiado en Villavicencio por el congelamiento permanente del suelo, seguido del congelamiento estacional durante el resto del año y las bajas temperaturas en períodos invernales, característicos del tipo de clima, y así evaluar si el comportamiento es similar a los otros bosques estudiados.

En cuanto al cumplimiento de la Resolución COFEMA 230/12, en esta tesina se determinaron categorías en base a umbrales levemente menores a los dispuestos por la misma. Esto es, teniendo en cuenta a los individuos que en cualquier estado de desarrollo podrían alcanzar en su estado adulto los umbrales propuestos. Esta potencialidad está considerada tanto en la propia definición de bosque de COFEMA, como en la definición de la F.A.O. Se tomó la determinación en base a las observaciones de un buen estado general de los algarrobales (en general de sanidad regular a sanos) que podrían ser producto de las prácticas de conservación aplicadas dentro de la Reserva. Se definió un 15 % de cobertura mínima y 2,5 m de altura mínima que alcanzarían los umbrales del COFEMA (20 % de cobertura y 3 m de altura) en un lapso breve de tiempo.

En base a esto, de 16 parcelas muestreadas, sólo 5 de ellas no cumplieron con los

parámetros, el resto cumplió con ambos parámetros o con alguno de ellos. Lo anteriormente dicho y la escasa cantidad de renovales observados a nivel general, excepto en áreas que han sufrido un disturbio, en general por fuego, podría indicar una potencialidad de cumplimiento de la resolución en un futuro cercano, por tratarse de un bosque en crecimiento.

Se recomienda realizar estudios complementarios en la zona de Las Higueras (zona externa a la Reserva pero que se establecería como un continuo ecológico desde la Reserva hasta este campo aledaño), para complementar la información necesaria que se requiere para conocer la dinámica del algarrobal y proponer un manejo integral.

Desde el punto de vista ecológico es evidente el rol que cumplen los bosques nativos, y en particular, dentro de la Reserva, como por ejemplo, son proveedores de hábitat y refugio para la fauna, como se observó en las campañas realizadas. La Ley N° 26.331 incorpora entre los criterios de sustentabilidad ambiental a la Vinculación con otras comunidades naturales, entendida como *“la determinación de la vinculación entre un parche de bosque y otras comunidades naturales con el fin de preservar gradientes ecológicos completos”*. Es decir, que para un bosque que permita mantener gradientes ecológicos con alto valor de conservación, debería conocerse su extensión y localización, para lograr los beneficios de la realización de un ordenamiento territorial.

Los hallazgos de rastros de animales como fecas de puma, gato montés y de un ejemplar de *Leiosaurus paronae*, en las inmediaciones de los algarrobos demuestran la importancia que para estas especies, reviste la conservación de estas unidades del Monte. Los criterios de sustentabilidad ambiental aplicables a estos ecosistemas pertenecientes a la Reserva son abundantes (ver Introducción) y les confieren a los bosques de algarrobos una importancia fundamental para el conocimiento de los mismos que deriva en su manejo adecuado y conservación.

11 Conclusiones

En este trabajo, se estudió la estructura y características de los algarrobales de la Reserva Natural Villavicencio. Primeramente, se detectó su presencia a través de imágenes satelitales, validaciones realizadas con matrices de error y luego, con validaciones a campo, se corroboró su presencia en el noreste de la Reserva, en el límite con Finca Las Higueras, a la cual no se pudo acceder. En segundo lugar, en cada parcela se analizaron: densidad, cobertura, altura, número de fustes, estado sanitario y estructura diamétrica (16 parcelas en total).

Uno de los objetivos del presente trabajo fue comparar los resultados obtenidos con

umbrales mínimos dispuestos por la Res. COFEMA 230/12: 3 m de altura mínima y 20 % de cobertura mínima de copas. En este caso, se optó por considerar parámetros aproximados: altura y cobertura mínima de 2,5 m y 15 % respectivamente, teniendo en cuenta el buen estado sanitario que presentaron los individuos en general y la curva en forma de "J" de DAB que indicaría un bosque en crecimiento, pero con bajo establecimiento reciente. En los próximos años, con buenas prácticas de conservación, estos individuos podrían cumplir con los umbrales mínimos dispuestos.

En base a esto, con un análisis de componentes principales, según las zonas, pudo determinarse que se trata de una única unidad estructural, con variabilidad interna. No hubo agrupamientos ni distinción de parcelas según un patrón espacial en base a las variables estructurales medidas.

Las categorías propuestas de cumplimiento según altura y cobertura para parcelas fueron: NC: No cumplen (Parcelas: 1, 4, 9, 10, 11); C: Cumplen (mínimo de 15% de cobertura e individuos mayores a 2,5m de altura promedio: Parcelas: 2, 3, 5, 16; cobertura de individuos >15%: Parcelas: 6, 13, 14, 15; altura promedio >2,5m: Parcelas: 7, 8, 12). En conclusión, del total de parcelas muestreadas, 11 de ellas cumplen con ambos parámetros establecidos, o al menos, con uno de ellos.

En general, pudo observarse que, hacia el noreste de la Reserva, en el límite con Las Higueras, se encontró mayor cobertura e individuos de gran porte que constituirían un bosque y parches que cumplieron con una cobertura mayor al 15%. Alejándose del límite con Las Higueras y hacia el S de la Reserva, se encontró que los individuos eran de menor tamaño y de menor cobertura por encontrarse en las clases de DAB menores, producto de la regeneración del bosque luego de los incendios ocurridos. En algunos sitios entre La Majada y Corral Viejo, se alcanzó una altura promedio mínima de 2,5 m, pero la cobertura fue menor a 15 %.

También, se analizaron otras variables estructurales que aportan más información acerca del estado de conservación y estructura forestal de los algarrobales, para el manejo y toma de decisiones, tales como: estado sanitario, forma, número de fustes, diámetro basal equivalente.

Con respecto al estado sanitario, la unidad presenta en general, individuos sanos, representados en el 77% del total. La forma más representada fue semierectos, con un 66% del total. Con respecto al número de fustes, los individuos fueron en general multifustales (con más de tres fustes), representando el 54% del total. Finalmente, según la estructura diamétrica, puede observarse que se trata de individuos jóvenes, en proceso de crecimiento, con escasos individuos longevos y renovales.

Para la confección del mapa, en función de dicho análisis, de los datos obtenidos en las parcelas, las validaciones de las distintas clasificaciones realizadas con matrices de error y en terreno, y los patrones naturales de distribución de *Prosopis*; las clasificaciones más representativas resultaron ser Landsat Cart SATVI y Sentinel Random Forest.

Finalmente, este trabajo, aporta información sobre la estructura forestal y el estado de conservación, los cuales brindan herramientas de gestión y de toma de decisiones de manejo de esta unidad. Además de tener en cuenta los umbrales mínimos dispuestos por el COFEMA, es importante, lograr adquirir los nuevos enfoques de manejos de bosques (lo que FAO llama ordenamiento forestal sustentable). Este enfoque implica considerar para la planificación no sólo la magnitud de los recursos forestales, sino también la diversidad, la vitalidad, las funciones productivas y protectoras, y las funciones socioeconómicas del bosque, y el marco jurídico e institucional.

Lo anteriormente dicho, se visualiza en sintonía con los objetivos generales (2018) generados en el 2º taller de Actualización del Plan de Gestión en Reserva Natural Villavicencio el 10 de octubre de 2017, con la presencia de técnicos y guardaparques de la RNV y técnicos de la Fundación EISA de la Reserva. Junto con el aporte de esta información de base y otros estudios ecológicos, será posible proponer actividades de monitoreo de los parámetros estructurales, manejo correcto del bosque, control de incendios, restauración, difusión y divulgación acerca de la importancia y roles fundamentales en la productividad, protección de cuencas, conservación de la biodiversidad y la presencia misma de bosques nativos dentro del área reservada, en concordancia con los criterios de sustentabilidad para considerar a dichos bosques dentro de la Ley de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos.

12 Bibliografía

Alvarez J. A. et al. 2006. Estructura y estado de conservación de los bosques de *Prosopis flexuosa* D.C. (Fabaceae, subfamilia: Mimosoideae) en el noroeste de Mendoza (Argentina). *Revista Chilena de Historia Natural*. Vol. 79, p 75-87.

Alvarez J. A. y Villagra P. E. 2009. *Prosopis flexuosa* D.C. Kurtziana. Tomo 35. Vol I, p 49-63.

Alvarez J. A. et al. 2011. Productividad de la madera de *Prosopis flexuosa* D.C. en el Monte central: influencia de la estructura de la población y el hábito de crecimiento de los árboles. *Journal of arid environments*. Vol 75, p 7-13. [<https://www.journals.elsevier.com/journal-of-arid-environments>].

Alvarez J. A. et al. 2015. Estructura, distribución y estado de conservación de los bosques de *Prosopis flexuosa* del Bolsón de Fiambalá (Catamarca). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 50. Vol 2, p 193-208.

Ambrosetti, J., L. A. Del Vitto y F. Roig, 1986. La vegetación del paso de Uspallata, Mendoza, Argentina. *Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel* 91: 141-180.

Benzaquen, L. D. Blanco, P. Kandus, G. Lingua, P. Minotti y R. Quintana (editores) 2017. *Regiones de Humedales de la Argentina*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Fundación Humedales /Wetlands International. Universidad Nacional de San Martín u Universidad de Buenos Aires. 337 páginas.

Blog Reserva Natural Villavencio. Martes 2 de septiembre, 2014. Águila Coronada. [<http://reservanaturalvillavencio.blogspot.com.ar/2014/09/aguila-coronada.html>].

Capitanelli, R. 1971. *Climatología de Mendoza*. Mendoza, Univ. Nac. De Cuyo.

Chebez J. C. y B. Gasparri. 2011. Ecorregiones de la Argentina VIII: La Prepuna o Ecorregión del Cardonal. *Boletín. Los que se Van*. [<http://www.losquesevan.com/ecorregiones-de-la-argentina-viii-la-prepuna-o-ecorregion-del-cardonal.849c>].

Dalmaso A. et al. 1999. *Reserva Natural Villavencio (Mendoza, Argentina)*. Plan de manejo. IADIZA, Mendoza, Argentina.

De Fina, A. 1992. *Aptitud Agroclimática de la Argentina*. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. 402 pp y 23 mapas.

F.A.O. Roma, 2015. *Compendio de datos. Evaluación de los recursos forestales mundiales (FRA)*.

F.A.O. Roma, 2018. El estado de los bosques del mundo. Las vías forestales hacia el desarrollo sostenible.

Fundación Villavicencio. 2019. Plan de gestión de la Reserva Natural Villavicencio. Documento oficial.

Giambiagi, L., Mescua, J., Folguera, A., Martínez, A. 2010. Estructuras y cinemática de la deformación pre-andina del sector sur de la Precordillera, Mendoza, Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina 66, 5-20.

Köppen, W 1948. Climatología. Fondo de Cultura Económica. México.

Ley N° 26331 "Presupuestos mínimos de protección ambiental de bosques nativos". 2007.

Ley N° 8051 "Ordenamiento territorial y usos de suelo de la Provincia de Mendoza". 2009.

Ley N° 8195 "Ley de Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos de la Provincia de Mendoza". 2010.

Martínez Carretero, E. 1995. La Puna Argentina: delimitación general y división en distritos florísticos. Bol. Soc. Arg. Bot. 31: 27-40.

Martínez Carretero, E. y A. Diblassi, inédito. 1998. The Argentine Puna: selection of environmental variables that influence on the presence of widely distributed species.

Martínez Carretero, E. 2000. La vegetación de los Altos Andes Centrales de Argentina. Carta de vegetación del Valle de Uspallata, Mendoza. Bol. Soc. Arg. Bot. 31: 27-40.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Presidencia de la Nación. 2017. Informe de estado de implementación 2010-2016. Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos y planes alcanzados por el Fondo Nacional para el Enriquecimiento y la Conservación de los Bosques Nativos.

Morello, J. 1958. La Provincia Fitogeográfica del Monte. Opera Lilloana, 2: 5-115.

Pasiecznik, NM et al. 2001. The *Prosopis juliflora*-*Prosopis pallida* complex: a Monograph. Henry Doubleday Research Association, Coventry, United Kingdom. 162 pp.

Perosa, M. 2010. Distribución potencial de los bosques de *Prosopis flexuosa* en la Provincia Biogeográfica del Monte, desde Catamarca a Mendoza (Argentina). Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias. Mendoza, Argentina.

Perosa Mariana. et al. 2014. Distribución potencial de los bosques de *Prosopis flexuosa* en la Provincia Biogeográfica del Monte (Argentina). *Ecología Austral*. Vol 24, p 238-248.

Pol, R, S. Camín y A. Astié. 2005. Situación ambiental en la ecorregión del Monte. Grupo de investigación en Ecología de Comunidades de Desierto (ECODES), Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Mendoza.

Puig, S. F. Videla, E. Martínez Carretero, A. Dalmasso, V. Durán, V. Cortegoso, G. Lucero, A. Carminati y D. Moreno, 2008. Plan de Manejo para la Reserva Villavicencio Período 2008-2012.

Resolución 230/12 "Pautas para la consideración, identificación y mapeo de los bosques nativos en el OTBN". Consejo Federal de Medio Ambiente. 2012.

Roig, F.A. 1976. Las Comunidades vegetales del piedemonte de la precordillera de Mendoza. *Ecosur*. Vol. 3 N° 5, pág. 1-45.

Roig Juñent, F. y J. Boninsegna. 1990. Environmental factors affecting growth of *Adesmia* communities as determined from tree rings. *Dendrochronologia* 8: 39-66.

Roig y Martínez Carretero. 1998. La vegetación puneña en la provincia de Mendoza, Argentina. *Phytocoenologia* 28 (4): 565-608.

Rubio M. C. 2014. Evolución de la conservación en la provincia de Mendoza. Desafíos en el proceso de ordenamiento territorial en tierras secas. *Zonas Áridas*: 195–210 ISSN 1013-445X (Versión impresa) ISSN 1814-8921 (Versión electrónica). Centro de Investigaciones de Zonas Áridas. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Ruis, B. M. G. S. 2001. A falta de un convenio forestal, diez tratados sobre árboles. FAO, Roma, Italia. Depto. De Montes.

Sosa, H. y B. Guevara. 2017. Subregión vegas y lagunas altoandinas en Benzaquen, L. D. Blanco, P. Kandus, G. Lingua, P. Minotti y R. Quintana (editores) 2017. Regiones de Humedales de la Argentina. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Fundación Humedales /Wetlands International. Universidad Nacional de San Martín u Universidad de Buenos Aires. 337 páginas.

Villagra, P. E., Boninsegna, J. A., Alvarez, J. A., Cony, M., Cesca, E., Villalba, R. 2005. Dendroecología de los bosques de *Prosopis flexuosa* en el desierto de Monte: Implicancias para su manejo. Mendoza, Argentina. [<http://www.elsevier.de/dendro>].

Villagra P. y Villalba R. 2001. Estructura poblacional del algarrobal de la Reserva de Ñacuñán. En: Claver S & S Roig-Juñent (eds) El desierto del Monte: la Reserva de la Biósfera de Ñacuñán: 71-75. Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA)- Man and the Biosphere Programme (MAB)- United Nations Educational Scientific and Cultural Organisation (UNESCO). Mendoza, Argentina.

Villagra, P.; Cesca, E. Alvarez, J.; Rojas, F.; Bourguet, M.; Rubio, C.; Mastrángelo, P.; Rodríguez, D.; Abraham, E.; Lucero, G.; Olmedo, G; Loyarte, M.; Vallone, R.; Sosa, H.; Sendra, J.; Guillot, S.; Rubio, C.; Soria, N.; Rico, R.; Vezzani, N. 2010. Documento de Ordenamiento de Bosques Nativos de la Provincia de Mendoza.

Videla, M.A. y J. Suarez, 1991. Mendoza Andina: Precordillera y Alta Cordillera, Mendoza, Argentina. 70 pp.

Zuloaga F.O, Morrone O. y Belgrano M.J. Catálogo de las plantas vasculares del cono sur. Instituto de Botánica Darwinion (IBODA). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Buenos Aires. [<http://www.darwin.edu.ar/proyectos/floraargentina/fa.htm>]. [Consulta: 23 de abril 2020].

ANEXO I- Figuras

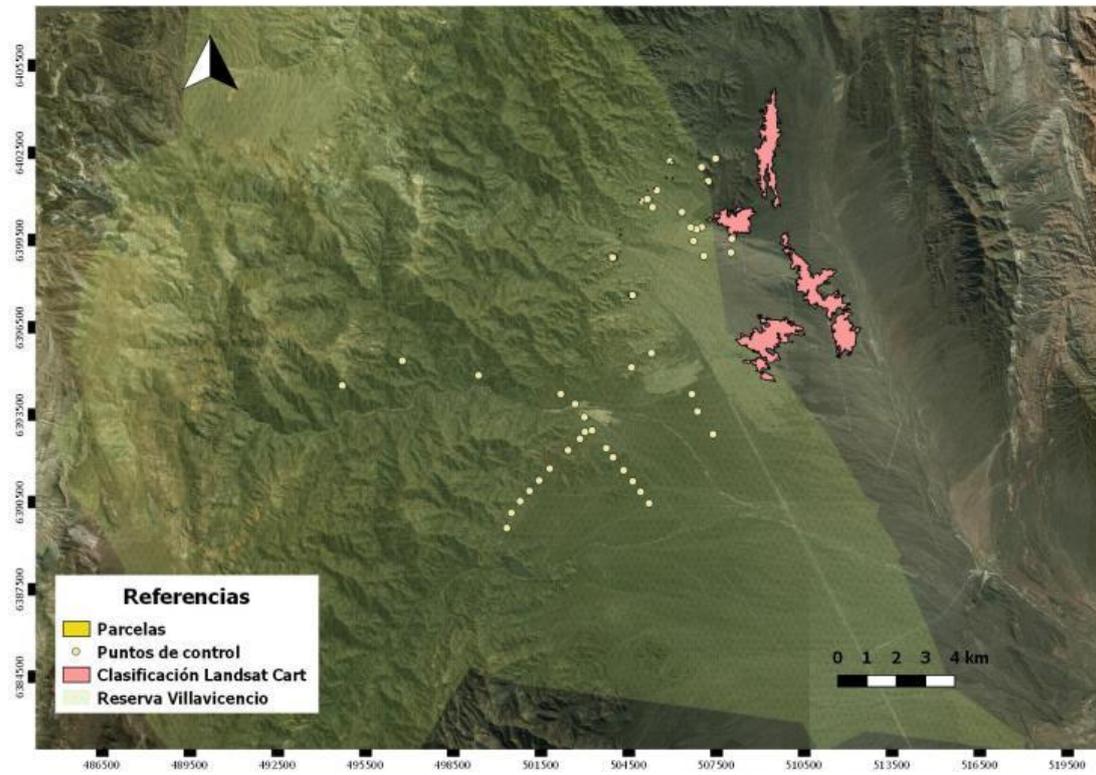


Figura 17. Clasificación Landsat Cart

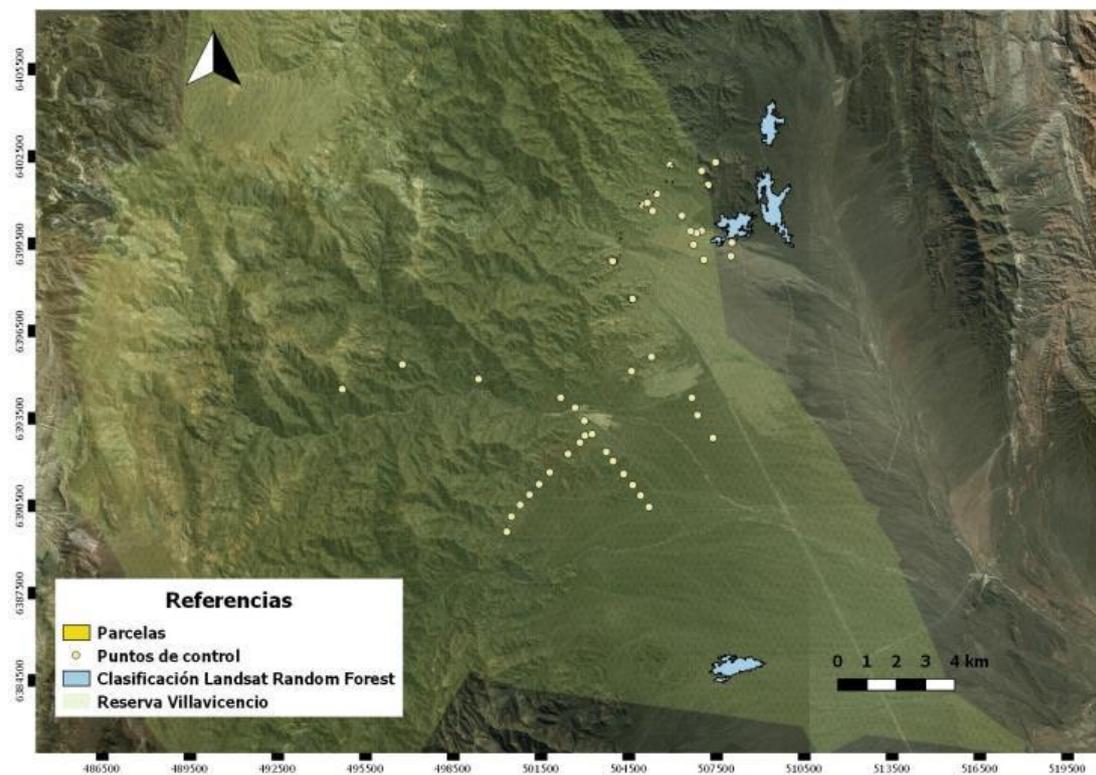


Figura 18. Clasificación Landsat Random Forest

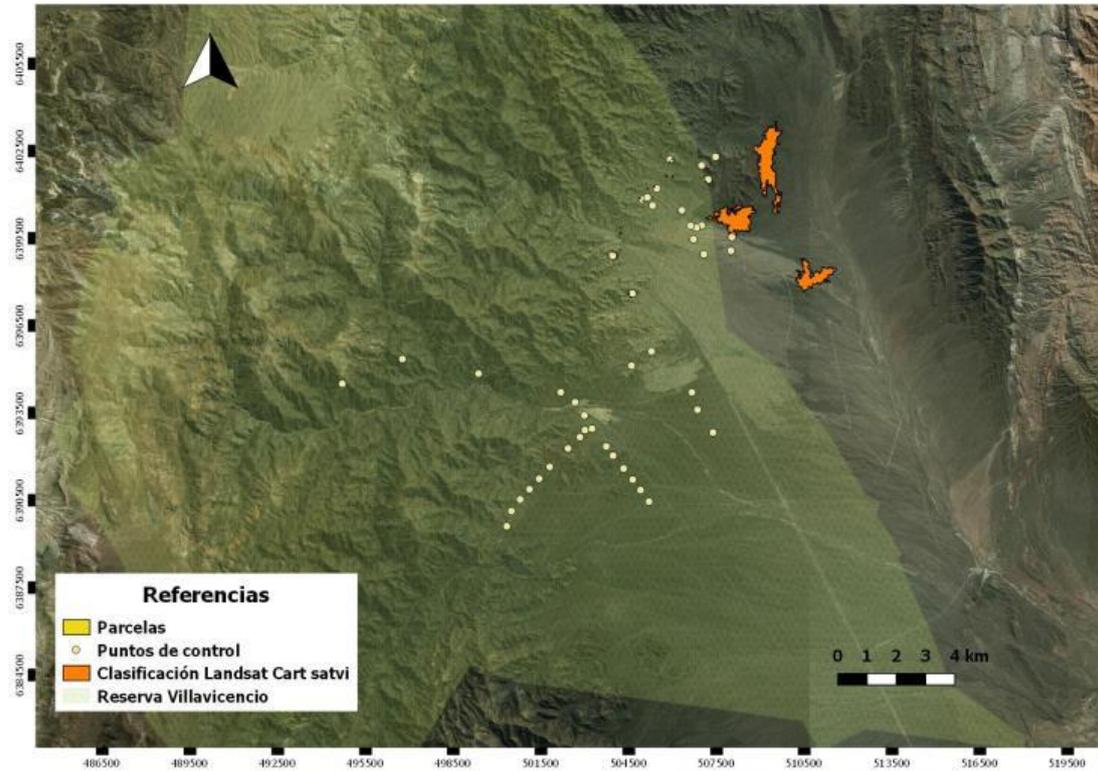


Figura 19. Clasificación Landsat Cart SATVI

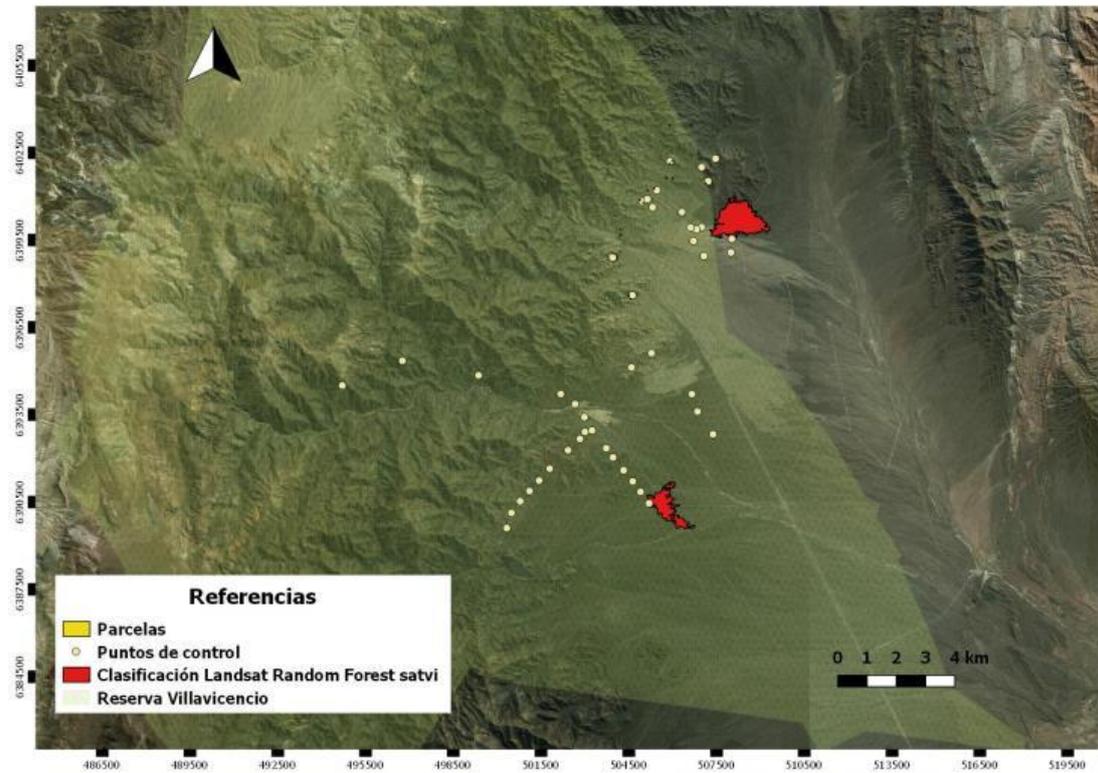


Figura 20. Clasificación Landsat Random Forest SATVI

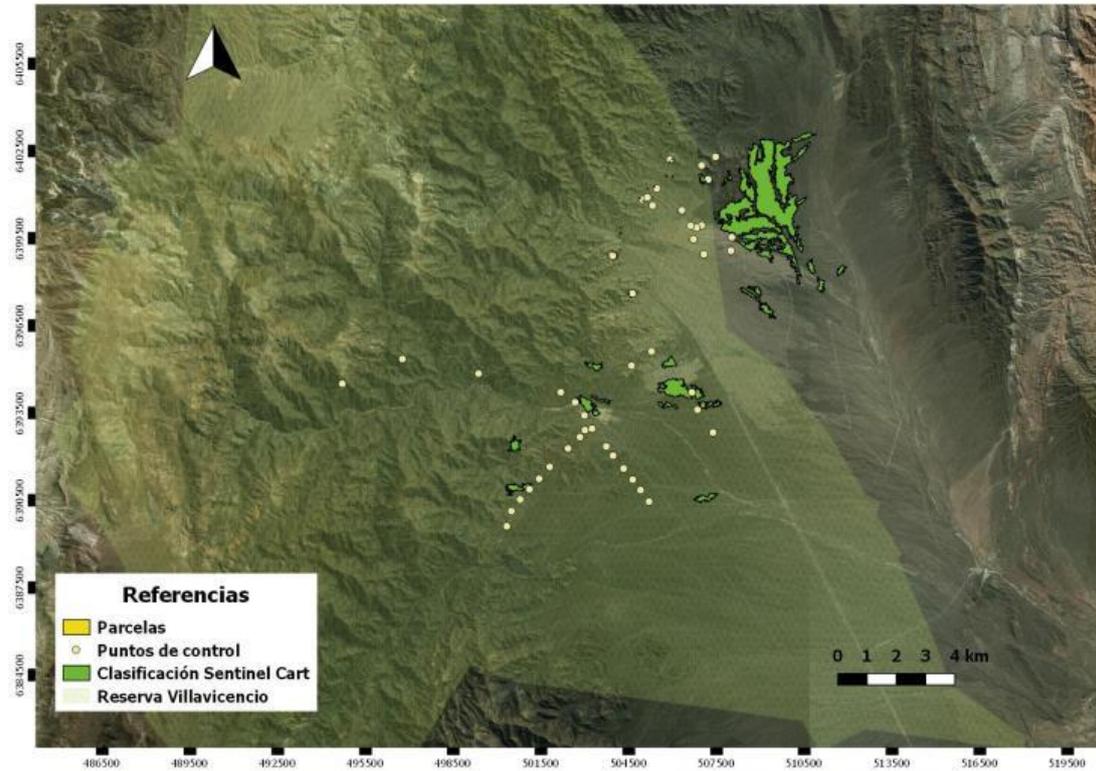


Figura 21. Clasificación Sentinel Cart

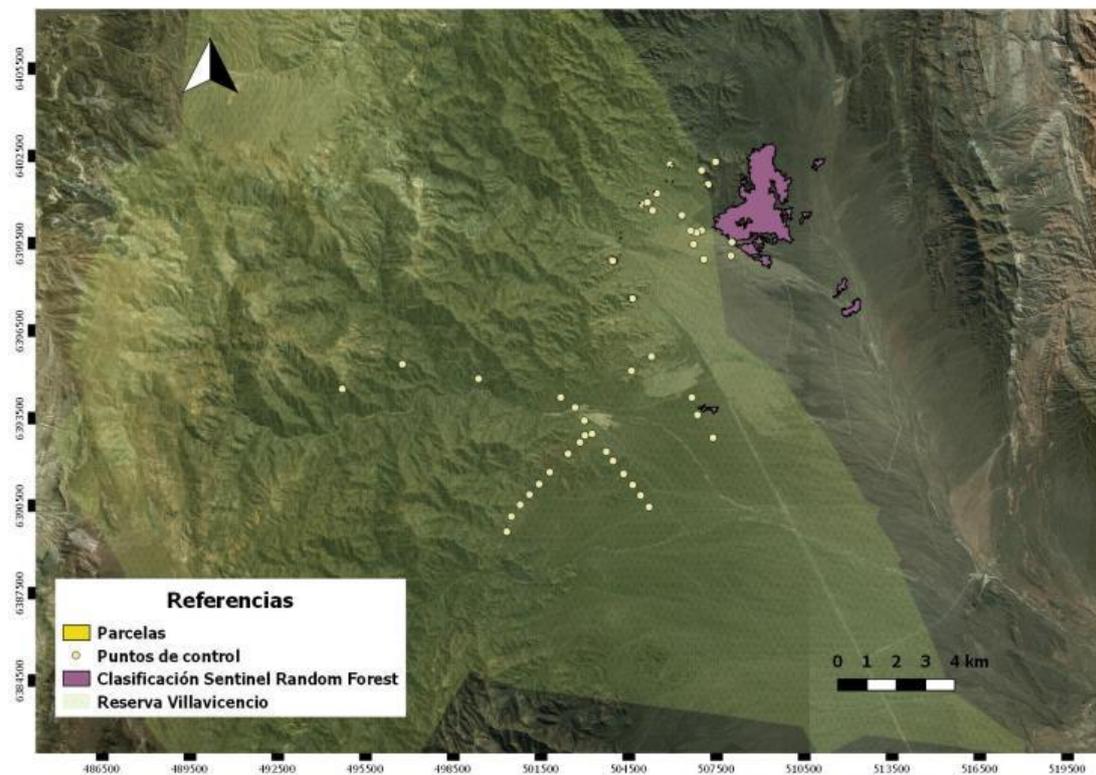


Figura 22. Clasificación Sentinel Random Forest

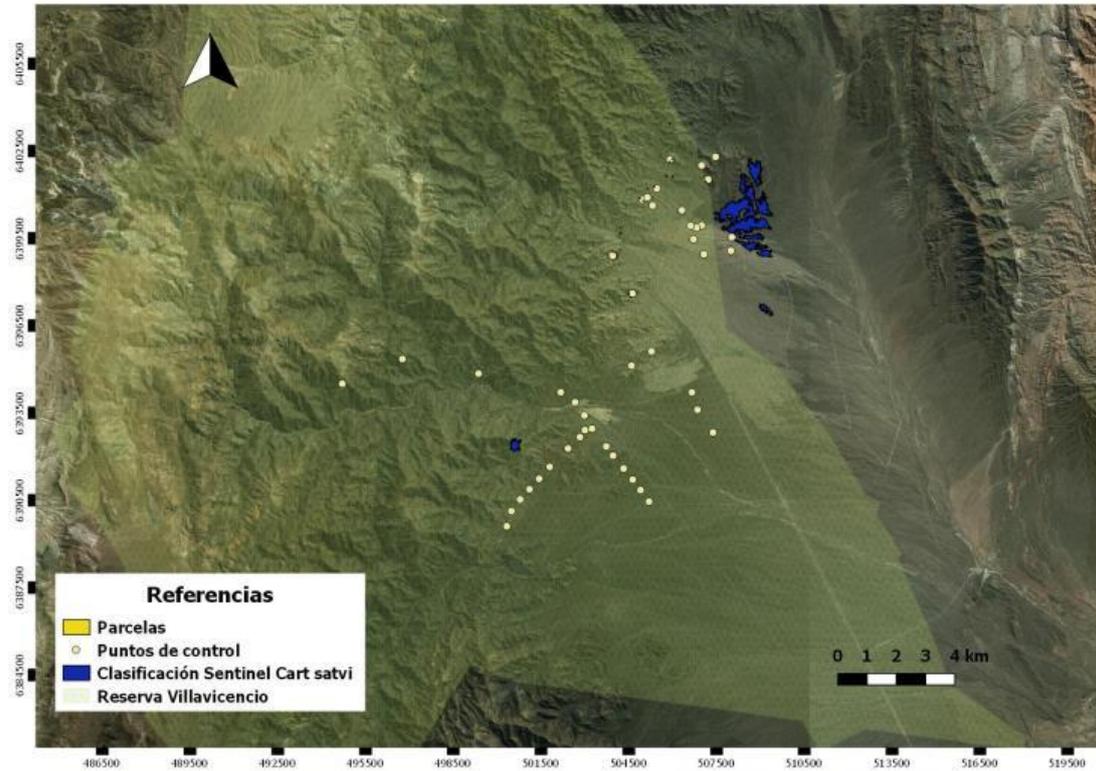


Figura 23. Clasificación Sentinel Cart SATVI

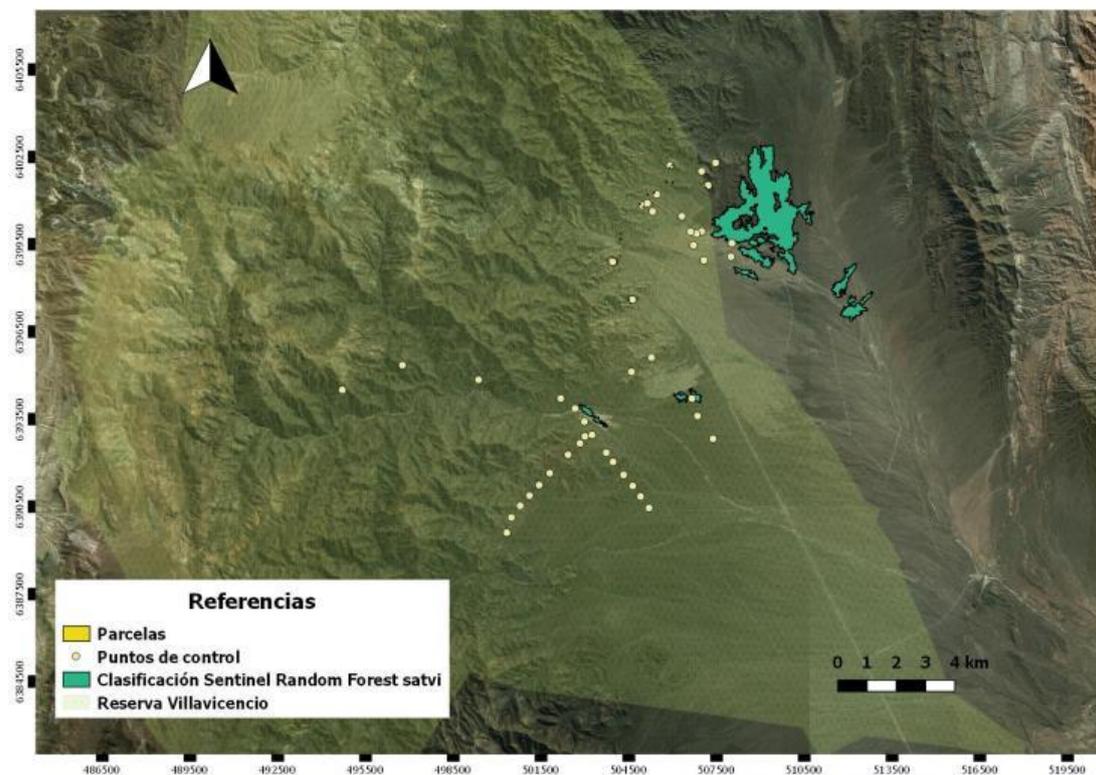


Figura 24. Clasificación Sentinel Random Forest SATVI

ANEXO II- Fotografías



Fotografía 5. Ejemplar de *Leiosaurus paronae* sobre *Prosopis flexuosa*, encontrado en primera campaña del presente trabajo (octubre 2018). Zona de Corral Viejo



Fotografía 6. Ejemplar de *Leiosaurus paronae*, encontrado en primera campaña del presente trabajo (octubre 2018). Zona de Corral Viejo