

Universidad Nacional de Cuyo- Facultad de Ciencias Agrarias

INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

MENDOZA, ARGENTINA



TESIS DE GRADO

**INFLUENCIA DE LA ROSA MOSQUETA EN EL BALANCE
HÍDRICO DE LOS HUMEDALES ALTOANDINOS DE LA
RESERVA NATURAL Y SITIO RAMSAR VILLAVICENCIO.**

Autora: María Belén Blaustein

Director: Leandro Mastrantonio

Codirector: Sebastián Martín

2022



INFLUENCIA DE LA ROSA MOSQUETA EN EL BALANCE HÍDRICO
DE LOS HUMEDALES ALTOANDINOS DE LA RESERVA NATURAL Y
SITIO RAMSAR VILLAVICENCIO.

Tesista

María Belen Blaustein

belublaus@gmail.com

Director

Leandro Mastrantonio

leandro.mastrantonio@gmail.com

Codirector

Sebastián Martín

sebastianmartin543@gmail.com

Comité evaluador

Heber Sosa

sosafabre@yahoo.com.ar

Emilio Rearte

erearte@fca.uncu.edu.ar

Laura Sorli

lsorli@fca.uncu.edu.ar



RESUMEN

Los humedales son reconocidos internacionalmente como uno de los ecosistemas más biodiversos y productivos, además cuentan con una amplia oferta de bienes y servicios. Sin embargo, la existencia de estos ecosistemas se ve seriamente afectada a nivel mundial, en el siglo XX disminuyeron entre un 64 y un 71%. La introducción de especies exóticas invasoras se encuentra dentro de las principales causas de deterioro de los humedales, estas, tienen la capacidad de modificar la estructura de las comunidades, y las propiedades de los ecosistemas que invaden, así como también de afectar negativamente a la biodiversidad autóctona, aún en aquellos sitios que cuentan con cierta protección como un área protegida.

En la provincia de Mendoza, Argentina, las especies de rosa mosqueta (*Rosa rubiginosa* y *Rosa canina*), arbustos exóticos proveniente de Europa están invadiendo extensas zonas de la precordillera. Específicamente en la Reserva Natural y Sitio Ramsar Villavencio (RNV), la rosa mosqueta es la especie exótica invasora con mayor relevancia debido a su alta capacidad de dispersión y expansión sostenida hacia zonas de alto valor de conservación como son las vegas, humedales más abundantes y característicos de la Reserva.

Bajo este contexto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el consumo de agua por parte de la rosa mosqueta y la influencia que genera en el balance hídrico de los humedales altoandinos de la RNV, con el fin de obtener datos cuantificables sobre el impacto de esta especie exótica invasora en el recurso hídrico.

Para ello se muestrearon humedales invadidos y no invadidos. Se estimó la evapotranspiración, para un momento determinado, de la rosa mosqueta y de la vegetación nativa, presente en los humedales, por medio de la conductividad estomática y el área foliar. La conductividad estomática se midió a través de un porómetro y el área foliar por medio de la aplicación "Easy Leaf Area Free". A partir de lo cual, se obtuvo que la evapotranspiración de la rosa mosqueta por m² es dos veces mayor que la de la vegetación natural. Esto significa que evapotranspira más y por lo tanto consume mayor cantidad de agua.

Para la aproximación al cálculo del balance hídrico, basado en un momento en el tiempo sin considerar la fracción subsuperficial, se utilizó la ecuación fundamental de la hidrología :

$$PP + Q_{in} + Q_{out} = ET + G_{out} + DV$$

Donde PP: son las precipitaciones para las cuales se utilizaron datos del mapa BIO 12 de WorldClim (Fick y Hijmans, 2017), Q_{in} - Q_{out} son los flujos superficiales de entrada y salida estos se midieron con un recipiente graduado y un cronómetro en campo, ET es la evapotranspiración. Los flujos subsuperficiales G_{in} y G_{out} no se consideraron en el presente trabajo, ya que solo se utilizaron valores superficiales. Los resultados arrojaron que, el balance hídrico de los humedales invadidos fue de -2,06 ml/s mientras que el de los no invadidos fue de -1,07.

A partir de los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis de que la rosa mosqueta perjudica el balance hídrico de los humedales altoandinos de la RNV al consumir mayor cantidad de agua que las especies vegetales características de los mismos. Sin embargo, es necesario seguir realizando mediciones regulares en el tiempo para poder abarcar la mayor cantidad de variables posibles.

Palabras claves: invasión biológica, evapotranspiración, balance hídrico, humedales.



ABSTRACT

Wetlands today are internationally recognized as one of the most biodiverse and productive ecosystems, they also have a wide range of goods and services. However, the existence of these ecosystems is seriously affected worldwide, in the 20th century their extension decreased between 64 and 71%. The introduction of invasive alien species is among the main causes of deterioration of wetlands, these have the ability to modify the structure of the communities, and the properties of the ecosystems they invade, as well as of negatively affect native biodiversity, even in those sites that have some protection as a protected area.

In the province of Mendoza, Argentina, the species of rose hips (*Rosa rubiginosa* and *Rosa canina*), exotic shrubs from Europe, are invading extensive areas of the foothills. Specifically in the Villavicencio Nature Reserve and Ramsar Site (RNV), the rose hip is the most relevant invasive exotic species due to its high dispersal capacity and sustained expansion towards areas of high conservation value such as the fertile plains, more abundant wetlands and characteristics of the Reserve.

In this context, the objective of this study was to evaluate the consumption of water by the rosehip and the influence it generates on the water balance of the high Andean wetlands of the RNV, in order to obtain quantifiable data on the impact of this invasive alien species in water resources.

For this, invaded and non-invaded wetlands were sampled. Evapotranspiration was estimated, for a given moment, of the rosehip and of the native vegetation, present in the wetlands, by means of stomatal conductivity and leaf area. Stomatal conductivity was measured through a porometer and leaf area through the "Easy Leaf Area Free" application. From which, it was obtained that the evapotranspiration of the rosehip per m² is twice greater than that of natural vegetation. This means that it evapotranspires more and therefore consumes more water.

For the approximation to the calculation of the water balance, based on a moment in time without considering the subsurface fraction, the fundamental equation of hydrology was used:

$$PP + G_{in} + Q_{in} = ET + G_{out} + Q_{out} + DV$$

Where PP: are the precipitations for which data from the WorldClim BIO 12 map (Fick and Hijmans, 2017) were used, Q_{in} - Q_{out} are the surface inflows and outflows, these were measured with a graduated container and a stopwatch in the field, ET is evapotranspiration. The subsurface flows G_{in} and G_{out} were not considered in the present work, since only superficial values were used. The results showed that the water balance of the invaded wetlands was -2.06 ml/s while that of the non-invaded was -1.07.

Based on the results obtained, the hypothesis that the rosehip harms the water balance of the high Andean wetlands of the RNV is accepted by consuming more water than the plant species characteristic of them. However, it is necessary to continue making regular measurements over time in order to cover as many variables as possible.

Keywords: biological invasion, evapotranspiration, water balance, wetlands.



AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todas las personas que me acompañaron durante el transcurso de la carrera y en la realización de esta tesina:

Gracias a mi mamá y a mi papá que son los pilares de mi vida, con todo su amor y cariño me acompañan en cada etapa. Por inculcarme la importancia de estudiar y darme la posibilidad de hacerlo, eternamente agradecida.

A mi hermano y Luisi por darme valor y herramientas cada vez que necesité afrontar nuevos desafíos.

A mi familia, mi abuelo y mi abuela, tías, primos y primas por su compañía y amor incondicional.

Al Juani, mi compa en todo momento. Gracias por creer en mí y ayudarme a creer en mí misma. Por escucharme, aconsejarme y bancar risas, llantos, nervios, malhumor, etc todo esto que soy.

A mis amigas por transitar conmigo cada momento, por su amor y amistad, por cada escucha, consejo y bancarme todos estos años. Las quiero muchísimo.

A Sofia Grzona por guiarme y enseñarme a confiar en mí en este camino que es la vida.

A Leandro, mi director, quien me acompañó en todo el proceso con paciencia y dedicación. Una alegría terminar este camino con vos, que fuiste el primer profesor que me enseñó el valor de nuestra carrera.

A Sebastián, mi codirector, quien ha apoyado nuestra carrera desde el inicio fomentando prácticas profesionales, tesinas y creyendo en nosotros como futuros profesionales. Gracias por ser una excelente persona y profesional.

A la mechi, paquita, el nino, el pinta, la oreja, el lúpulo, la kamala, el chula, la rafaela y el roberto por su compañía y distracción en los días de estudios.

A la Universidad Nacional de Cuyo, a la Facultad de Ciencias Agrarias por permitirme estudiar y formarme como profesional en una institución pública y gratuita de excelente prestigio. A los/as docentes de la facultad por transmitirme todas sus enseñanzas.

A la Reserva Natural y Sitio Ramsar Villavicencio, especialmente a Sebastián Martín y al cuerpo de guardaparques por permitirme realizar esta investigación, poner a disposición los recursos y acompañarnos en las salidas a campo.

¡GRACIAS!



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	8
Hipótesis	9
Objetivo general y específicos	9
ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO	9
1 Humedales	9
1.1 Definición.....	10
1.2 Convención de Ramsar	10
1.3 Bienes y Servicios Ecosistémicos.....	11
1.4 Amenazas	12
1.5 Balance hídrico.....	12
2 Especies exóticas invasoras	14
2.1 Definición.....	15
2.2 Impactos.....	15
3 Áreas protegidas	16
3.1 Beneficios.....	16
3.2 Estrategias internacionales	17
3.3 Áreas protegidas privadas.....	19
3.4 Áreas protegidas y especies exóticas invasoras	20
4. Área de estudio: Reserva Natural y Sitio Ramsar Villavicencio	20
4.1 Localización geográfica	20
4.2 Categorización.....	20
4.3 Caracterización física y biológica	21
4.4 Humedales.....	24
4.5 Especies exóticas invasoras: Rosa mosqueta (<i>R. rubiginosa</i> y <i>R. canina</i>)	26
4.5.1 Características morfológicas	26
MATERIALES Y MÉTODOS	28
1. Localización de humedales.	28
2. Selección y descripción de los humedales	28
3. Materiales y equipos.....	33
4. Evaluaciones.....	33
4.1 Estimación de la evapotranspiración	33
4.3 Escorrentía superficial de entrada y salida.....	37
4.4 Cálculo de balance hídrico	37



RESULTADOS	38
1. Conductividad estomática a escala foliar	38
2. Conductividad estomática a escala de humedal.....	44
3. Balance hídrico.....	46
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	55
ANEXOS	



INTRODUCCIÓN

Las invasiones biológicas son consideradas uno de los principales componentes del cambio global. Ya sea de manera intencional o accidental, la introducción de especies exóticas invasoras provoca cambios en las comunidades nativas, alteran los ciclos de materia y flujos de energía afectando de este modo el normal funcionamiento de los ecosistemas. Múltiples estudios explican que el éxito de muchas plantas invasoras se presenta por su alta capacidad de dispersión y de crecimiento, lo que genera que utilicen mayor cantidad de recursos e invadan zonas ricas en humedad, nutrientes, luz, etc. (Castro *et al.*, 2008).

En la provincia de Mendoza, Argentina, las especies de rosa mosqueta (*Rosa rubiginosa* y *Rosa canina*), arbustos exóticos provenientes de Europa, están invadiendo extensas zonas de la precordillera alterando y poniendo en riesgo los ecosistemas (Mazzolari, 2017).

En la Reserva Natural y Sitio Ramsar Villavicencio (en adelante RNV) la rosa mosqueta es la especie exótica invasora con mayor relevancia debido a su alta capacidad de dispersión y expansión hacia zonas de alto valor de conservación (Plan de gestión RNV, 2018). Especialmente, la invasión sostenida se lleva a cabo en las quebradas, zonas donde hay mayor cantidad de humedad y nutrientes y donde se encuentran las vegas, humedales más abundantes y característicos de la Reserva (Mazzolari, 2017).

Los humedales ofrecen valiosos servicios ecosistémicos, entre los que se destacan la biodiversidad floral y faunística, el almacenamiento de aguas superficiales, la recarga de aguas subterráneas y el almacenamiento de carbono. Se caracterizan por un estrecho vínculo entre la hidrología, los suelos y la vegetación; por lo que la alteración de alguno de estos componentes afectaría a todo el ecosistema. Quintana (2018), explica cómo a través de la conservación y el uso racional de los humedales, podrían superarse muchos de los desafíos ambientales futuros. Tales como, “la seguridad alimentaria y de agua, la salud, la reducción de riesgos de desastres y la resiliencia al cambio climático” (p. 188).

La RNV en el año 2017 es incorporada a la lista de sitios Ramsar, es decir que los humedales allí presentes son declarados de Importancia Internacional por la Convención de Ramsar. La misma es un tratado intergubernamental que busca la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. La RNV en su nuevo plan de gestión del año 2018 establece como uno de sus objetivos generales: “Conservar el sistema de humedales y sus fuentes” y como visión busca: “Ser referente en conservación y gestión de los recursos desde el ámbito privado”. En pos de cumplir con lo mencionado anteriormente se desarrollan distintos programas y subprogramas para las distintas áreas de la RNV.

La presente tesina está enmarcada dentro del área Técnica, en el programa de Conservación, subprograma: Monitoreo y control de especies exóticas invasoras (en adelante EEI) donde existe un proyecto específico sobre la invasión de la rosa mosqueta. El mismo busca conocer su rango de distribución actual y potencial, así como los efectos que genera en las zonas que invade para poder lograr un adecuado control y mitigación de los impactos.

Bajo este marco, en el siguiente trabajo se busca evaluar el consumo de agua de la rosa mosqueta mediante la estimación de la evapotranspiración y la influencia que genera en el cálculo aproximado del balance hídrico de los humedales altoandinos sin considerar la fracción subsuperficial y en un momento determinado, comparándolo con la vegetación característica de los mismos. Se espera que la actual investigación mejore el conocimiento en la provincia de Mendoza sobre la rosa mosqueta y arroje resultados cuantitativos relevantes sobre el impacto que generan ambas especies en el recurso hídrico de los humedales de la RNV.



Hipótesis

La rosa mosqueta perjudica el balance hídrico de los humedales altoandinos de la Reserva Natural y Sitio Ramsar Villavicencio al consumir mayor cantidad de agua que las especies vegetales características de los mismos.

Objetivo general y específicos

Objetivo General

- Evaluar el consumo de agua por parte de la rosa mosqueta y la influencia que genera en el balance hídrico de los humedales altoandinos de la Reserva Natural y Sitio Ramsar Villavicencio (RNV).

Objetivos específicos

- Estimar la evapotranspiración de la rosa mosqueta y de la vegetación característica por unidad de superficie en los humedales altoandinos invadidos y no invadidos por rosa mosqueta en la RNV.
- Determinar el flujo de escorrentía superficial de entrada y de salida de los humedales altoandinos.
- Estimar el cálculo del balance hídrico de los humedales altoandinos en un momento dado y sin considerar la fracción subsuperficial.
- Comparar los valores estimados de evapotranspiración y la aproximación del cálculo del balance hídrico en los humedales altoandinos con y sin rosa mosqueta.

ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

1 Humedales

Los humedales a lo largo de la historia de la humanidad han sido zonas de gran interés y donde múltiples culturas surgieron en virtud de su vasta oferta hídrica e importantes recursos naturales esenciales (Kandus *et al.*, 2010). La superficie mundial cubierta por humedales continentales y costeros más reciente se estima en más de 12,1 millones de km². De la cual, el 54% se encuentra inundada permanentemente y el 46% de manera estacional (Davidson *et al.*, 2018). Si se analiza el área de humedales por continente de mayor a menor extensión se halla en primer lugar Asia con 32% del área mundial, América del Norte (27%) y América Latina y el Caribe (16%). Luego las de menor extensión son: Europa (13%), África (10%) y Oceanía (3%) (Davidson *et al.*, 2018).

En Argentina, la superficie ocupada por humedales fue estimada según Kandus *et al.*, (2008) en 600.000 km², siendo el 21,5% del territorio nacional. Es importante destacar que dada la diversidad ambiental que posee nuestro país, los humedales abarcan diferentes ambientes como: vegas, lagunas, turberas, pastizales inundables, bosques fluviales, esteros, bañados y zonas costeras estuáricas y marinas (Kandus *et al.*, 2010). Esta amplia variedad de humedales muchas veces obstaculiza el entendimiento de un humedal y provoca dificultades a la hora de protegerlos. En el país, la mayoría de las acciones llevadas a cabo para conservar los humedales corresponden a la creación de áreas protegidas, tales como "Sitios Ramsar", "Reservas de la Biosfera", entre otros, pero no existe aún una normativa o marco regulatorio que especifique el uso racional y el manejo adecuado de los distintos humedales presentes en el mismo (Benzaquen *et al.*, 2017).

Durante el último siglo los humedales han sido connotados negativamente como sitios carentes de productividad y centros generadores de enfermedades logrando que la sociedad tenga una perspectiva negativa sobre los mismos. Esto ha fomentado el drenado, rellenado y desvío de cursos de agua con el fin de obtener tierras secas para usos agrícolas, forestales y urbanos o tierras totalmente acuáticas para embalses (Kandus *et al.*, 2010). Sin embargo, los humedales son reconocidos internacionalmente por ser altamente productivos y proveer una amplia variedad de bienes y servicios. Poseen un papel fundamental en el almacenaje y purificación de agua y en la intervención de los ciclos hidrológicos, así como también albergan una biodiversidad excepcional (Evaluación de los ecosistemas del milenio, 2005; Quintana, 2017).

1.1 Definición

Existen numerosas definiciones sobre qué es un humedal que han ido cambiando en el tiempo; Roig y Roig (2004), sostienen que un humedal es “un conjunto de ambientes muy diversos que integran áreas que son inundadas o saturadas por aguas superficiales o subterráneas, con una frecuencia y duración suficiente para soportar y hacer de sostén, bajo condiciones normales, a vegetación predominantemente adaptada a una vida en condiciones de suelos saturados” (p. 5).

La definición aceptada a nivel mundial es la correspondiente a la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, Convención Ramsar Irán 1971, la cual define a los humedales como: “extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporarias, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros”. Kandus *et al.*, (2010) plantea que esta definición es inclusiva lo cual es un aspecto positivo, sin embargo, al ser tan abarcativa no permite distinguir la esencia de estos ecosistemas, lo cual muchas veces dificulta su protección y conservación.

En el marco del Inventario Nacional de Humedales de la República Argentina, se define a un humedal como “un ambiente en el cual la presencia temporaria o permanente de agua superficial o subsuperficial causa flujos biogeoquímicos propios y diferentes a los ambientes terrestres y acuáticos. Rasgos distintivos son la presencia de biota adaptada a estas condiciones, comúnmente plantas hidrófitas, y/o suelos hídricos o sustratos con rasgos de hidromorfismo” (Benzaquén *et al.*, 2017, p. 22).

Se puede distinguir, de las definiciones anteriormente citadas, la importancia de la presencia y dinámica del agua. Aunque este recurso es fundamental en todos los ecosistemas, en el caso puntual de los humedales se vuelve un factor primario para su existencia, su desarrollo y para el control de la vida vegetal y animal asociada al mismo (Kandus *et al.*, 2010).

1.2 Convención de Ramsar

Con el fin de proteger y conservar estos ecosistemas, en 1971 se lleva a cabo La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, conocida como la Convención de Ramsar, un acuerdo internacional que promueve la conservación y el uso racional de los humedales (Convención Ramsar, 2015). Los países firmantes tienen el deber de plantear políticas inmediatas para cumplir con el objetivo de detener e invertir la pérdida y degradación de los humedales y de sus servicios asociados (Quintana, 2017). Así como también, tienen que designar humedales para incluirlos en la Lista Ramsar, denominada “Humedales de Importancia Internacional” o “Sitios Ramsar”, con el fin de hacer un uso racional de los mismos y conservarlos (Convención Ramsar, 2015).

En Argentina la Convención Ramsar se aprueba mediante la Ley Nacional 23.919 y entra en vigor en 1992. Como miembro del acuerdo, en todo el país se han designado 23 sitios como Humedales de Importancia Internacional (Sitios Ramsar), contando con una superficie total de 5.625.407 hectáreas para conservar (Plan de gestión RNV, 2018). En la provincia de Mendoza el primer sitio Ramsar establecido fue la Reserva Provincial Laguna de Llanquanelo en 1995. Posteriormente, en el año 1999, las Lagunas de Guanacache ubicadas en las provincias de San Juan y Mendoza son declaradas Sitio Ramsar, luego en el año 2007 se extiende el área ya que se suma la provincia de San Luis con el Salar del Bebedero y el Parque Nacional Sierra de Las Quijadas, convirtiéndose en Sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero (Sosa, 2012). Por último, en el año 2017 la Reserva Natural Privada Villavicencio fue incorporada a la lista de Sitios Ramsar, con una superficie de 72.000 ha, convirtiéndose en el sitio N°23 del país y aumentando así notablemente la superficie de humedales protegidos en Argentina (Plan de gestión RNV, 2018).

1.3 Bienes y servicios ecosistémicos

Según Kandus *et al.*, (2010) los humedales a pesar de ocupar un pequeño porcentaje de la superficie terrestre, entre el 5-7%, son esenciales para la supervivencia humana ya que abarcan algunos de los ecosistemas más productivos del planeta y proveen servicios ecosistémicos que resultan en variados beneficios. Los bienes y servicios que proporcionan derivan de las funciones ecológicas que desempeñan, se identificaron aquellas funciones que proveen servicios de regulación, de abastecimiento y culturales (Convención Ramsar, 2018) (Figura N°1).

Se distinguen servicios de regulación como: el secuestro y almacenamiento de carbono, la amortiguación de inundaciones, la reposición de aguas subterráneas, la protección contra tormentas, la retención y exportación de sedimentos y nutrientes, la retención de contaminantes y la depuración de las aguas. Se reconocen como servicios de abastecimiento: proveer hábitat, alimento y refugio para la biodiversidad asociada y a partir de estos se adquieren alimentos y materias primas para el ser humano. En cuanto a los servicios culturales, ofrecen ambientes de interés paisajístico, cultural y educativo para toda la sociedad (Benzaquén *et al.*, 2017).



Figura N°1: Resumen de los servicios ecosistémicos que ofrecen los humedales. Fuente: elaboración propia adaptado de: Convención de Ramsar sobre los Humedales (2018).

1.4 Amenazas

Los humedales se encuentran continuamente amenazados por el crecimiento de la población y el desarrollo incontrolado de una economía que no vela por la sustentabilidad ambiental; provocando así la degradación y pérdida de estos ecosistemas, sus funciones y los bienes y servicios que proveen.

A nivel mundial, la existencia de los humedales se encuentra realmente afectada. Davidson (2014), informa cómo durante el siglo XX la extensión de los humedales descendió entre un 64 y 71%. La desvalorización y sobreexplotación de estos ecosistemas provoca que la degradación y pérdida de los humedales ocurra mucho más rápido que la de otros ecosistemas (Ecosistemas del Milenio, 2005). Según el índice WET (índice de tendencias de la extensión de los humedales) del Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación de ONU Medio Ambiente (en adelante UNEP-WCMC) la tasa media anual de pérdida de humedales naturales es de un -0,78% al año (Dixon et al., 2016), más del triple a la tasa media anual de degradación de bosques naturales (un -0,24% al año) entre 1990 y 2015 (FAO, 2016).

El cambio en el uso del suelo por el avance de la frontera agrícola y el aumento del desarrollo inmobiliario, la fragmentación y simplificación de hábitats, el sobrepastoreo, la minería, la contaminación, los incendios provocados intencionalmente y la introducción de especies exóticas invasoras, se encuentran dentro de las principales causas de deterioro de los humedales (Quintana, 2018; Kandus y Minotti, 2018). Kandus *et al.*, (2017) sostiene que las funciones ecosistémicas de los humedales se diferencian de las funciones de los ecosistemas totalmente acuáticos o terrestres en su dependencia del régimen hidrológico. Por lo que, cualquier modificación que se genere natural o antrópica sin tener en cuenta esta dependencia con el recurso hídrico va a afectar en forma directa su funcionamiento y por ende la provisión de los bienes y servicios ecosistémicos.

1.5 Balance hídrico

Los humedales, cumplen un papel esencial en el ciclo del agua, ya que reciben, almacenan y liberan el recurso hídrico a lo largo del tiempo, regulando los flujos de agua y proporcionando agua, recurso fundamental para la existencia de la vida sobre la tierra (Convención Ramsar, 2018). El régimen hidrológico es una medida de los niveles, el volumen, el momento y la frecuencia de los flujos de agua que entran y salen de los humedales y contribuye a determinar la estructura y función de estos, influye en la biodiversidad y la producción primaria y genera múltiples servicios ecosistémicos (Convención Ramsar, 2018).

Según Dawson *et al.*, (2003) el balance de agua de un humedal y, en consecuencia, los cambios en el volumen de agua almacenados pueden, ser explicado como una relación entre: el agua que entra por precipitación (PP), escorrentía superficial (Q_{in}) y aporte subterráneo (G_{in}) y el agua que sale por evapotranspiración (ET), infiltración (G_{out}) o escorrentía superficial hacia zonas vecinas (Q_{out}). Cuando las entradas superan a las salidas el volumen de agua almacenada (DV) aumenta y cuando ocurre lo contrario disminuyen.

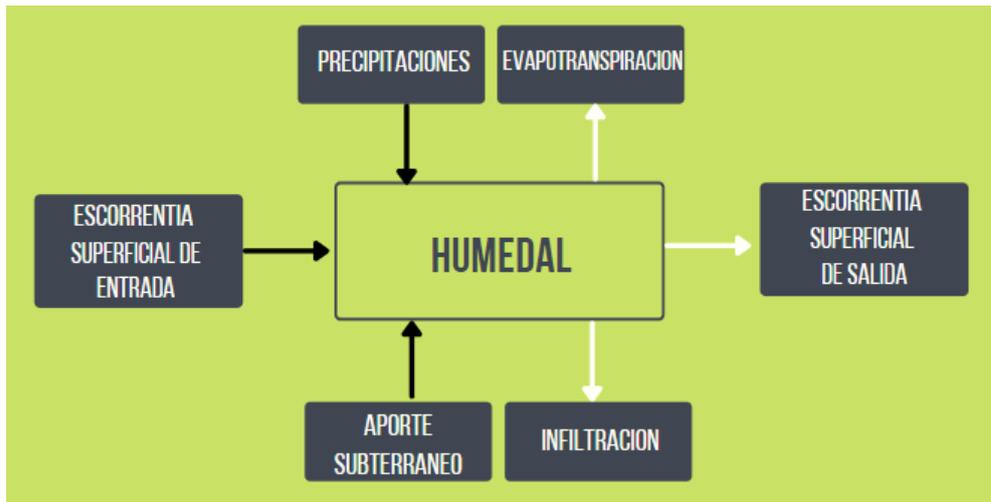


Figura N° 2: Flujos de entradas y salidas de agua superficiales que influyen en la dinámica hídrica de los humedales. Flechas negras = entrada , flechas blancas = salidas. Fuente: elaboración propia.

1.5.1 Componentes del balance hídrico

Se denomina precipitación a toda agua meteórica que cae en la superficie de la tierra provenientes del vapor de agua atmosférico que puede precipitar en forma de lluvia, neblina, nieve, granizo, rocío, helada entre otras (Costa Calheiros *et al.*, 2014).

La evapotranspiración se define como la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y, por otra parte, por la transpiración de la vegetación (Allen *et al.*, 2006). La transpiración es la pérdida de agua por parte de las plantas que se origina como producto de las altas temperaturas o sequedad del viento. Esta se produce por los estomas cuando están abiertos y depende de la diferencia en la presión de vapor existente entre las hojas y el aire que rodea a las plantas (Allen *et al.*, 2006). La evaporación es el proceso por el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua (vaporización) y se aleja de la superficie evaporante (Ordoñez, 2011).

Los factores que influyen en la evapotranspiración son los siguientes:

- Radiación Solar
- Temperatura
- Humedad
- Presión Atmosférica: la altitud, la latitud y longitud
- Viento
- Tipo de planta
- El poder evaporante de la atmósfera
- Tipo de suelo (textura, estructura, etc.)
- El grado de humedad del suelo

La escorrentía resulta del agua que no se evapotranspira ni se infiltra y fluye desde áreas vecinas hacia el sistema o sale del mismo hacia zonas cercanas. Este escurrimiento sigue la red de drenaje hasta alcanzar los cauces principales para llegar finalmente al océano, mientras que el resto se infiltra en el suelo integrándose al sistema de aguas subterráneas (Ordoñez, 2011).

A partir de lo anterior se puede consumir la ecuación de Balance Hidrológico (2), la cual es una expresión sencilla pero su cuantificación muchas veces se dificulta. Esto se debe a la falta de medidas directas para obtener cada uno de los componentes, así como también a las

variaciones temporales de la evapotranspiración y a la dificultad de medir las pérdidas en profundidad (Llerena, 2003).

$$PP + G_{in} + Q_{in} = ET + G_{out} + Q_{out} + DV \quad (2)$$

1.5.2 Conductividad estomática

De todos los componentes de la ecuación (2), en las zonas áridas la evapotranspiración cumple un rol esencial ya que es una de las principales salidas de agua de un humedal, por lo que conocer su valor permitirá estimar el cálculo del balance hídrico con menor incertidumbre (Hallack-Alegría *et al.*, 2015). Por la ausencia de estaciones o aparatos que no ocasionen disturbios en el ambiente su determinación directa es complicada, por lo que una de las formas de obtener su valor es estimarlo es a través de la conductancia estomática (Ordoñez, 2011).

La conductividad estomática muestra la conducta de los estomas, que tan abiertos o cerrados se encuentran y se relaciona a la respuesta que tienen las plantas a la temperatura del aire, la radiación solar y la disponibilidad del recurso hídrico (Flores, 2019). El porómetro es un instrumento con el que se puede medir la conductancia estomática, un equipo que mide el flujo de gases que se produce a través de los estomas. Consta de un procesador, la memoria para almacenar los datos, la batería, la bomba de aire y la pinza con sensores que se prende a la hoja (García, 2008). Las unidades en las que se obtiene el valor de conductancia estomática son $\text{mmol/m}^2 \cdot \text{s}$, siendo la cantidad de vapor de agua que sale de los estomas, por metro cuadrado en un segundo (Pino *et al.*, 2019).

1.5.3 Área foliar

El órgano fotosintético por excelencia en la mayoría de las especies vegetales es la hoja, la cual también cumple funciones que tienen que ver con la transferencia de radiación y flujo de gases. La intercepción de la radiación solar, el intercambio de CO_2 , la evapotranspiración y eficiencia fotosintética están íntimamente relacionadas y condicionadas por el tamaño de área foliar (Sauceda *et al.*, 2017). De ahí la importancia de estimar el área foliar de una planta para conocer cuál es la verdadera superficie evapotranspirante y poder tener menor incertidumbre a la hora de estimar la evapotranspiración.

La determinación del área foliar puede llevarse a cabo mediante diversos métodos, los cuales pueden ser muy costosos o poco precisos. Sin embargo, existen varios programas gratuitos, uno de ellos es Easy Leaf Area, el cual está escrito en Python, el cual mide el área total por imagen (Easlon & Bloom, 2014).

2 Especies exóticas invasoras

La redistribución de especies en todo el mundo, de manera intencional o accidental de la mano del hombre sucede desde tiempos inmemoriales. La migración, el transporte, el comercio, la alteración de los ecosistemas y el mayor desarrollo han acelerado el proceso (Vilà *et al.*, 2008). El ser humano ha dispersado especies a través de barreras que se creían insuperables: océanos, cadenas montañosas, ríos y zonas climáticas muy hostiles. Como consecuencia, la introducción de estas especies para peletería, caza, alimento, recreación, ornamentación o mascotismo, muchas veces ha generado que las especies exóticas invasoras (en adelante EEI) sean más conocidas, protegidas y valoradas por la sociedad que las especies autóctonas perjudicando así a especies y ecosistemas nativos (Mack *et al.*, 2000; Vilà *et al.*, 2008).



2.1 Definición

Las especies exóticas son aquellas que fueron introducidas por la actividad humana -en forma intencional o accidental- en un sitio fuera de su área natural de distribución o que han llegado sin la ayuda del hombre de una zona en la que ya son exóticas (Richardson *et al.*, 2000).

Dentro de las mismas existe una subdivisión ya que hay especies exóticas naturalizadas e invasoras. Siendo las primeras aquellas que, se reproducen consistentemente y sostienen poblaciones durante muchos ciclos de vida sin la intervención directa del hombre y a menudo reclutan descendencia libremente, generalmente cerca de plantas adultas, y no necesariamente invaden ecosistemas naturales, seminaturales o artificiales (Richardson *et al.*, 2000). Mientras que las EEI son especies naturalizadas que producen descendencia, a menudo en cantidades muy grandes, a distancias considerables de las plantas parentales y, por lo tanto, tienen el potencial de extenderse sobre áreas muy grandes (Richardson *et al.*, 2000).

Richardson *et al.*, (2000) afirman que, una especie exótica logra ser una especie invasora cuando es capaz de superar las barreras geográficas, ambientales, de reproducción y de dispersión que varían para cada especie y hábitat. Por lo tanto, se puede definir que “una invasión biológica se produce cuando una especie adquiere una ventaja competitiva tras la desaparición de los obstáculos naturales a su proliferación, lo que le permite expandirse rápidamente y conquistar áreas novedosas dentro de ecosistemas receptores en lo que se convierte en una especie dominante” (Valéry *et al.*, 2008, p. 1349).

2.2 Impactos

Las invasiones biológicas son consideradas uno de los principales componentes del cambio global (Sala *et al.*, 2000; IPBES, 2019), afectando de distinta manera los ecosistemas que invaden. Mazzolari (2017) sostiene que las EEI provocan daños importantes en áreas naturales y manejadas y generan un costo ambiental, social y económico altísimo para la sociedad.

Muchos estudios han descrito cómo las especies exóticas invasoras generan múltiples impactos en los distintos ecosistemas. Algunas pueden modificar los regímenes de fuego (Mack *et al.*, 2000), el ciclo de los nutrientes (Ehrenfeld, 2003), la hidrología (Le Maitre, 2004), las propiedades del suelo (Ehrenfeld, 2010) y el balance de energía de los ecosistemas nativos (Castro *et al.*, 2008). Otras, cuando tienen características muy diferentes de las especies de la comunidad receptora, compiten por los recursos disponibles y provocan la disminución y a veces la extinción de especies nativas y endémicas (Castro *et al.*, 2008; Mazzolari *et al.*, 2011). Los efectos negativos de las invasiones biológicas son tan significativos a nivel mundial que se vienen tratando desde hace mucho tiempo. Esto se ve reflejado en los tratados internacionales tales como el Convenio sobre Diversidad Biológica (en adelante CDB) y la Convención Ramsar sobre los Humedales (Informe Técnico RNV, 2017).

El CDB, es el primer acuerdo mundial que resguarda todos los aspectos de la biodiversidad. El mismo es un convenio legalmente vinculante que se adopta en la Cumbre de la Tierra en 1992 en Río de Janeiro, Brasil. Cuyos objetivos son la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos (Convenio de diversidad biológica CDB, 1992). En Argentina, el CDB se aprueba en 1994 por Ley Nacional N° 24.375.

Este convenio afirma en su Artículo 8 “Conservación in situ”, que las partes firmantes impedirán que se introduzcan, controlará o erradicará las especies exóticas que amenacen a ecosistemas, hábitats o especies y establecerán las normativas que fueren necesarias para la protección de los recursos. Además, realza la importancia de la prevención, mediante el control adecuado y la concientización y educación en la población (CDB, 1992).

Asimismo, el problema de las especies invasoras se trata en la Resolución VIII.18: Especies invasoras y humedales en la 8ª. Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención Ramsar (2002a), en donde se insta a las Partes Contratantes, a abordar los problemas que presentan las especies invasoras en los ecosistemas de humedales de manera decidida e integral y a realizar evaluaciones de riesgo de las especies exóticas que pueden suponer una amenaza para las características ecológicas de estos ambientes.

En Argentina, la lista oficial de especies exóticas invasoras y potencialmente invasoras aprobada por la Resolución 109/21 del MAyDS es el primer registro completo y oficial de las especies exóticas invasoras (EEI) y exóticas potencialmente invasoras (EEPI) que se encuentran en el país, clasificadas en categorías según su impacto actual o potencial y con su eventual importancia como recursos económicos (Resolución 109/21).

- **Categoría 1:** especies de uso restringido, es decir, especies de alto impacto ambiental y socioeconómico, y uso productivo limitado o nulo.
- **Categoría 2:** especies de uso controlado, esto es, organismos de importancia para la producción que, al mismo tiempo, tienen la capacidad de invadir ambientes naturales. Estas últimas merecen planes de manejo y prácticas productivas que garanticen un uso que minimice los efectos comprobados de su expansión espontánea sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

La resolución 109/21, prohíbe la introducción al país y el movimiento interjurisdiccional de las especies clasificadas en la categoría 1, así también como su cría o cultivo, compra y venta, donación y liberación. En cuanto a las especies de categoría 2

Es importante destacar que el impacto no es el principal criterio de clasificación. La categoría 2 incluye muchas especies con impactos severos comprobados tanto en el territorio nacional como en otros países y regiones sin embargo al ser un recurso relevante en actividades productivas se clasifica de esta forma. El que una especie pertenezca a la categoría 2 no debe usarse nunca como un indicador de menor impacto (Resolución 109/21).

Las invasiones biológicas son una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad a escala global y tienen la capacidad de modificar la estructura de las comunidades y las propiedades de los ambientes que invaden (Mack et al., 2000; Castro *et al.*, 2008; IPBES, 2019).

3 Áreas protegidas

Según la Administración de Parques Nacionales de Argentina (2007), las áreas naturales protegidas no escapan al fenómeno de las invasiones biológicas, resultando en un problema prioritario, que requiere de una adecuada gestión. Las áreas protegidas (en adelante APs) son espacios fundamentales y la base de muchas estrategias internacionales y nacionales para la conservación de la biodiversidad in situ. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) define a las APs como: "Un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados" (Dudley, 2008).

3.1 Beneficios

Las áreas protegidas están predestinadas a mantener ecosistemas naturales activos, operar como refugio para diversas especies y especialmente permitir que se desarrollen en el tiempo procesos ecológicos que se dan en ambientes terrestres y marítimos que no podrían llevarse a cabo en situaciones de mayor intervención humana (Dudley, 2008). Se desprenden múltiples beneficios de las APs que van más allá de sus límites. Cumplen un rol esencial en el logro de la salud, subsistencia y bienestar de las personas al promover la recuperación y resiliencia de los distintos ecosistemas y mejorar las economías locales, reduciendo la pobreza. Las APs tienen funciones sustanciales que afectan la vida de los seres humanos y la naturaleza al conservar la biodiversidad, amortiguar los riesgos e impactos de eventos meteorológicos extremos, captar y almacenar carbono, proteger saberes locales, generar

conocimiento científico y educar y concientizar a la población a través del turismo y la educación ambiental (UNEP-WCMC & UICN, 2016).

3.2 Estrategias internacionales

Durante los últimos años se ha comenzado a valorar la protección como una forma de preservar la naturaleza y los recursos culturales. Esto se ve reflejado en un mayor número y extensión de APs a escala global y en los distintos acuerdos internacionales que se han llevado a cabo, de los cuales se destaca el Convenio de Diversidad Biológica (UNEP-WCMC & UICN, 2016). En la décima reunión de la Conferencia de las Partes del CDB (2010), se adoptó un nuevo Plan Estratégico para la Biodiversidad 2011-2020 el cual comprende cinco objetivos estratégicos y 20 metas para la biodiversidad, llamadas Metas de Aichi.

La Meta Aichi que refiere a las APs se encuentra dentro del Objetivo Estratégico C y es la Meta 11.

- Objetivo Estratégico C: busca mejorar la situación de la diversidad biológica salvaguardando los ecosistemas, las especies y la diversidad genética.
- Meta 11: Para 2020, al menos el 17% de las zonas terrestres y de las aguas interiores y el 10% de las zonas marinas y costeras, especialmente las que revisten particular importancia para la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas, se habrán conservado por medio de sistemas de áreas protegidas administrados de manera eficaz y equitativa, ecológicamente representativos y bien conectados, y de otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas, y estas estarán integradas a los paisajes terrestres y marinos más amplios.

Según UNEP-WCMC y UICN (2016) en el informe Protected Planet Report, hay 202.467 áreas protegidas terrestres y de aguas interiores, esta extensión cubre el 14,7% (19,8 millones de km²) de la extensión mundial de estos ecosistemas. Es decir que del 17% que establece la Meta de Aichi N° 11 se ha alcanzado un 14,7%. Por consiguiente, para alcanzar el 17% de la cobertura terrestre, se necesitaría proteger aproximadamente 3,1 millones de km² adicionales. En cuanto a la Áreas Protegidas Marinas totales del Mundo, hay 14.688 Áreas Marinas Protegidas (AMP), esta extensión cubre el 4.12% (14,9 millones de km²) del océano mundial y el 10.2% de zonas marinas y costeras bajo jurisdicción nacional. Es decir que se llega justo al valor que establece la Meta de Aichi N°11.

A partir de esta iniciativa es que, en el año 2015 los miembros de las Naciones Unidas adoptaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (en adelante ODS). La Agenda 2030 es un “plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad, paz y cooperación” donde todos los países y partes interesadas colaborarán para su implementación. Comprende 17 ODS y 169 metas específicas que guiarán las decisiones durante los próximos 15 años (Naciones Unidas, 2016). Los ODS que interpelan a las APs según explica Duque (2018) son los siguientes:

Tabla N°1: Los ODS que abarcan a las Áreas Protegidas (Duque, 2018).

OBJETIVO	
2	Poner fin al hambre , las APs ofrecen servicios ecosistémicos claves para el funcionamiento de las producciones primarias, que permiten el mantenimiento de la alimentación de gran parte de la población. Es así como, los ecosistemas naturales protegidos aportan sustancialmente a la seguridad hídrica y alimentaria de las áreas que influyen.
3	Salud y Bienestar , las áreas protegidas son espacios de esparcimientos, conexión con la naturaleza y a su vez áreas de amortiguamiento y mitigación de la contaminación del agua, suelo y aire
4	Educación de calidad , la existencia de áreas protegidas son aulas a cielo abierto, son centros de investigación e intercambio cultural incentivando en la sociedad una mayor sensibilidad y conciencia ambiental.

6	Agua limpia y saneamiento , las APs permiten la regulación de los ríos, protegiendo la calidad del agua para comunidades por fuera de esta.
8	Trabajo decente y crecimiento económico , la generación de APs busca impulsar la creación de puestos de trabajo y el desarrollo de economías que generen ingresos a las comunidades locales y así lograr un vínculo entre el área y los pobladores adyacentes.
10	Reducción de desigualdades , se busca que en las APs se fomente el respeto y conservación de saberes y técnicas ancestrales de comunidades originarias como locales, ya sea dentro o cerca de las áreas, logrando así preservar su patrimonio natural, histórico y cultural.
13	Acción política por el clima , las ANP conservan servicios ecosistémicos esenciales para la vida, como sumideros de carbono su rol en la mitigación del cambio climático es fundamental.
14	Vida submarina , “conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible” (Naciones Unidas, 2016).
15	Vida de ecosistemas terrestres , “proteger, restaurar y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, combatir la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y frenar la pérdida de la diversidad biológica” (Naciones Unidas, 2016).
17	Alianzas para lograr objetivos , a partir de las APs se crean espacios donde se ven involucrados distintos actores sociales tal como: entidades estatales, sector privado, instituciones académicas, sociedad civil, para lograr entre todos el funcionamiento de las áreas protegidas

El Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020, con sus 20 Metas de Aichi para la Diversidad Biológica, y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible son según la UNEP-WCMC y UICN (2016), dos de los consensos internacionales más importantes de la última década donde se entiende que el desarrollo económico y social depende del manejo sostenible de los recursos naturales.

Durante el 2020 estaba previsto que se reuniera la Conferencia de las Partes (COP 15), del CDB. Sin embargo, la pandemia mundial no permitió que esto sucediera, empero si se llevó a cabo el primer proyecto del marco mundial de la diversidad biológica posterior a 2020 (CBD 2021|1). El marco mundial de la diversidad biológica posterior a 2020, está basado en el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020. El mismo propone buscar una transformación entre la sociedad y la diversidad biología y busca garantizar que para el año 2050 se consiga vivir en armonía con la naturaleza. Asimismo, es una aporte esencial en la implementación de los ODS ya que el logro de los objetivos permitirá fundar las condiciones óptimas para llevar a cabo el marco (CDB 2021).

El marco tiene 21 metas que promueven la adopción de medidas de carácter urgente en el decenio hasta el 2030. orientadas a la acción para adoptar medidas urgentes en el decenio hasta 2030. En su conjunto, los resultados permitirán alcanzar los hitos para 2030 y los objetivos para 2050. En cuanto a las APs la meta correspondiente es la numero 3, la cual busca: “Garantizar que al menos **el 30 %** de las zonas terrestres y las zonas marinas del mundo, especialmente las de particular importancia para la diversidad biológica y sus contribuciones a las personas, estén conservadas por medio de sistemas ecológicamente representativos y bien conectados de áreas protegidas administrados eficaz y equitativamente y otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas, y que se integren a los paisajes terrestres y marinos más amplios” (CBD, 2021, p.7).

3.3 Áreas protegidas privadas

Una gran cantidad de APs se han establecido en tierras y aguas estatales, sin embargo, existen numerosas áreas protegidas con otros tipos de gobernanza. En los últimos años, se ha empezado a destacar el papel que tienen las APs autogeneradas por comunidades locales y pueblos indígenas y aquellas que son de propiedad privada (Stolton *et al.*, 2014). En el informe Áreas Bajo Protección Privada: Mirando al Futuro de la UICN (Stolton *et al.*, 2014), se define a un área bajo protección privada (en adelante APP), como “un área protegida, según lo define la UICN, bajo gobernanza privada (esto es, personas y grupos de personas; organizaciones no gubernamentales (ONGs); corporaciones – tanto compañías comerciales existentes como, en ocasiones, corporaciones establecidas por grupos de propietarios privados con el fin de administrar grupos de APPs; propietarios con ánimo de lucro; entidades de investigación (es decir, universidades, estaciones de campo) o entidades religiosas)”.

Cabe destacar, la importancia de las APPs y los esfuerzos de conservación ya que tienen la posibilidad de ocupar vacíos esenciales, en cuestiones de cobertura geográfica, representación ecológica y protección de hábitats y especies en peligro de extinción, que no pueden ser cubiertos por los sistemas nacionales de áreas protegidas (Mitchell *et al.*, 2019). Aun así, la existencia de miles de APPs en todo el mundo sigue siendo un recurso oculto, muchos gobiernos se mantienen ignorantes ante su establecimiento y es así como quedan marginadas de las estrategias de conservación regionales impidiendo el desarrollo de estas y su mantenimiento a largo plazo. También muchas veces los registros de conservación internacionales las omiten, desapareciendo de las redes mundiales de las ANP (Stolton *et al.*, 2014).

En cuanto a la situación en América Latina y el Caribe (LAC), Álvarez Malvido *et al.*, (2020) por medio del Informe Planeta Protegido 2020: Latinoamérica y el Caribe muestran como comunidades, familias e instituciones privadas logran conservar la biodiversidad, a través de la investigación, educación ambiental, gobernanza y la protección de paisajes y recursos claves. Empero sigue sucediendo, como se expuso anteriormente, sin marcos legales, incentivos o políticas claras por parte de los estados. Usualmente el titular del área solicita al gobierno que sea reconocida o validada. Por lo tanto, el mantenimiento de las APP es y sigue siendo principalmente un compromiso personal, familiar, comunitario o corporativo (Álvarez Malvido *et al.*, 2020).

En el último Congreso Latinoamericano de Reservas Naturales Privadas en el año 2018, se estimó la existencia de 4000 APP formales en la zona, que se extienden a lo largo de 17 países en aproximadamente 5 000 000 ha. Se busca desde las APP que se mejoren los esquemas de protección legal para estos lugares y que se determinen con mayor exactitud los criterios y metodologías para su delimitación, evaluación y reporte. Muchas de las APP no se encuentran registradas en la WDPA (Base de Datos Mundial sobre Áreas Protegidas) ya que no están registradas por las autoridades nacionales o por los sistemas nacionales de áreas protegidas (Álvarez Malvido *et al.*, 2020).

Este fenómeno no escapa en la República Argentina ya que no hay un registro actualizado a nivel nacional de las APP. A través de diversas redes o asociación se puede constatar que existen más de 150, sin embargo, en la base de datos del SIFAP (Sistema Federal de Áreas Protegidas) solo se encuentran registradas 62 áreas (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2018). Esto demuestra cómo sigue habiendo mucha información que falta y está dispersa. En conjunto las APP registradas junto con las áreas protegidas del país suman una superficie estimada de unas 291.878 ha (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2018).

Las áreas bajo protección privada son un factor fundamental para conservar la biodiversidad. Como recalca Stolton, *et al.*, (2014) se busca alentar a los gobiernos para que fomenten y respalden las APP, así como también reconoce que las mismas tienen que incorporarse en la Base de Datos Mundial de las APs y en el CDB. Las contribuciones de las APP son fundamentales para lograr cumplir los ODS de la Agenda 2030.

3.4 Áreas protegidas y especies exóticas invasoras

El número de unidades de conservación que se encuentran amenazadas por las invasiones biológicas va en aumento disminuyendo de esta manera la resiliencia y la capacidad regenerativa de las áreas protegidas (APN, 2007). Es necesaria una gestión que lleve a cabo una adecuada prevención y que logre combatir a las especies exóticas invasoras, si no, el fin del área protegida que es la conservación de la biodiversidad in situ, así como los servicios ecosistémicos asociados, lamentablemente se verán perjudicados (Plan de gestión RNV, 2018).

4. Área de estudio: Reserva Natural y Sitio Ramsar Villavicencio.

4.1 Localización geográfica

La Reserva Natural y Sitio Ramsar Villavicencio se encuentra en el departamento de Las Heras, en la provincia de Mendoza a 30 km al NO de la ciudad homónima, con una extensión de 72.000 ha, ubicada en la Precordillera, entre los 68° 50' y los 69° 10' Lat. O y los 32° 25' y 32° 35' Lat. S, (Posgar 98: x: 6.379.000 a 6.413.500; y: 2.485.000 a 2.518.000) (Plan de gestión RNV, 2018).

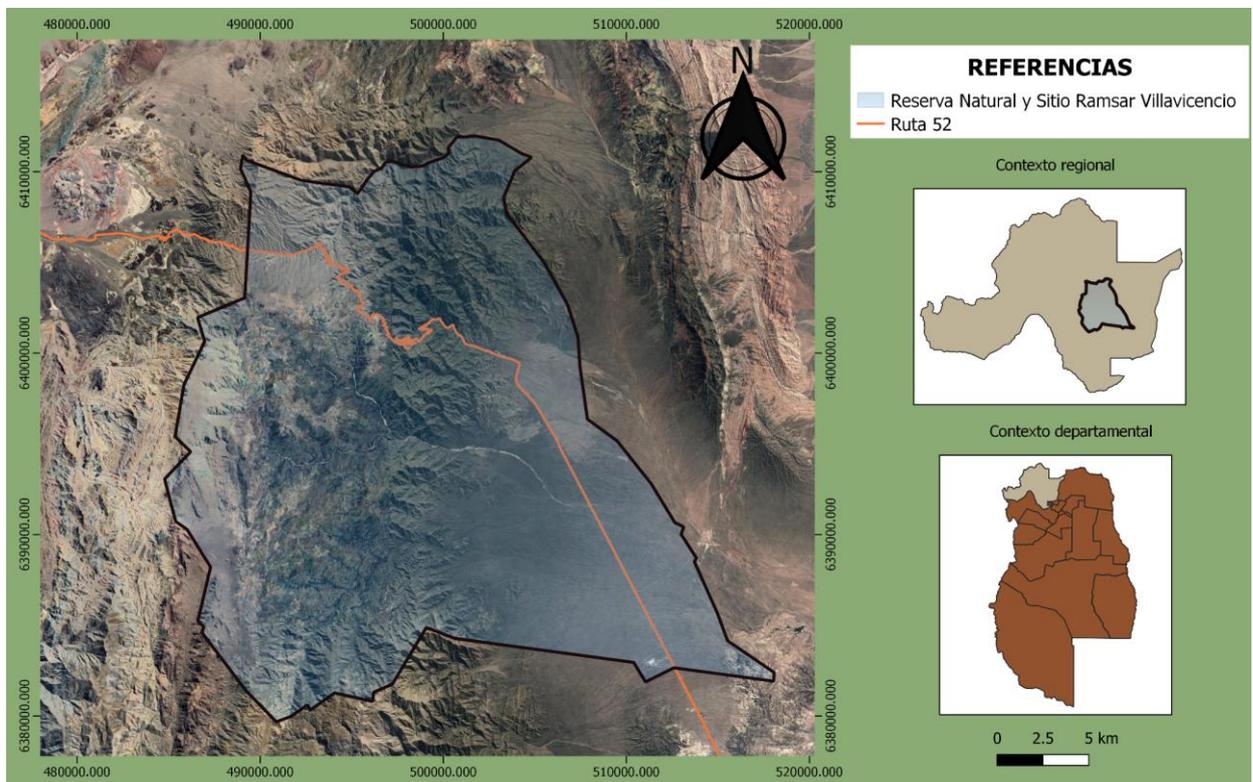


Figura N° 3: Localización de la Reserva Natural y Sitio Ramsar Villavicencio. SRC UTM 19S WGS 84. Fuente: elaboración propia.

4.2 Categorización

La RNV corresponde a campos privados pertenecientes a la empresa Aguas Danone S.A. La misma fue creada por la Resolución N° 1065 en el año 2000 por la Dirección de Recursos Naturales Renovables de Mendoza dentro de la categoría de "Reserva Natural Voluntaria de Uso Múltiple" con el fin conservar la flora, fauna, recursos culturales e históricos y la integridad del recurso hídrico. La RNV, es considerada como integrante de la Red de ANP de la provincia bajo la Ley provincial N° 6045 (Plan de gestión RNV, 2018). En el año 2017, la RNV fue

incorporada a la Lista de Humedales de Importancia Internacional otorgándoles una categoría de conservación adicional. (Plan de gestión RNV, 2018).

Según las categorías de conservación de la Unión Internacional para Conservación de la Naturaleza (UICN), la RNV se encuentra dentro de la:

- Categoría IV: “Conservación mediante manejo activo” (Área de manejo de hábitats / especies), cuyo objetivo es mantener, conservar y restaurar especies y hábitats.
- Categoría VI: “Uso sostenible de los recursos naturales” (Área Protegida Manejada) cuyo objetivo es: proteger los ecosistemas naturales y usar los recursos naturales de forma sostenible, cuando la conservación y el uso sostenible puedan beneficiarse mutuamente.

Estas dos son las que más se acercan a las características de la RNV, teniendo en cuenta que en la misma se extrae agua mineral y se lleva a cabo actividad turística controlada (Plan de gestión RNV, 2018).

4.3 Caracterización física y biológica

4.3.1 Geomorfología

La RNV se encuentra en la unidad geomorfológica de Precordillera, entre el Valle de Uspallata y las planicies pedemontanas del este. Presenta una topografía irregular, dominada por quebradas que corren en dirección NO-SE, en un gradiente altitudinal que va desde los 3.300 m.s.n.m. hasta los 700 m.s.n.m. en solo 30 km de camino. A nivel regional el sistema hidrológico superficial de la Reserva Villavicencio es tributario en la zona media de la Gran Cuenca del Desaguadero, actualmente fragmentada por la Ruta 40 (Plan de gestión RNV, 2018).

4.3.2 Red de drenaje

Según el plan de gestión de la RNV (2018), la red de drenaje de aguas superficiales con posible influencia en los afloramientos de aguas minerales se distribuye en dos cuencas, ambas de cursos temporarios, que desaguan hacia el este en el Valle de Las Higueras donde se insumen los escasos caudales:

- 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.
- Cuenca Quebrada de Canota: presenta sus nacientes principalmente en la Sierra de Uspallata. 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.

4.3.3 Clima

La Precordillera en general, y el área de la RNV 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 Villavicencio, entre otras) y de períodos de tiempo variables. Comúnmente, la vertiente occidental recibe 120 mm, la mitad de la precipitación anual, mientras que la vertiente oriental recibe 300 mm. Estos valores de precipitación tan bajos sumado a los suelos superficiales, inmaduros y de alta infiltración más una alta evapotranspiración, generan un ambiente de desierto andino en la RNV (Roig y Martínez Carretero, 1998).

Las lluvias ocurren principalmente en la época estival, son esporádicas, discontinuas y localizadas que, junto con la gran heliofanía y la frecuencia de vientos cálidos y secos tipo Föhn (Zonda), provocan que haya un déficit de agua continuo, resultando en un clima de marcada aridez (Plan de gestión RNV, 2018). Capitanelli (1971) afirma que, las lluvias ocurren

en dos períodos: uno de octubre a marzo (72% del agua precipitada) y otro de abril a septiembre (28%).

En cuanto a las temperaturas medias, estas tienen una gran variabilidad consecuencia de las diferentes alturas que se encuentran en la reserva, las distintas exposiciones a la radiación solar y a la baja humedad relativa. Por lo que, a una altura de 1780 m.s.n.m en enero (mes más cálido), la temperatura media es de 17°C y en julio (el más frío) es de 5°C. Mientras que, en la zona más baja de la reserva, 1125 m.s.n.m la temperatura media en enero es de 21,3°C y la de julio de 6,7°C (De Fina, 1992).

4.3.4 Regiones fitogeográficas y comunidades vegetales.

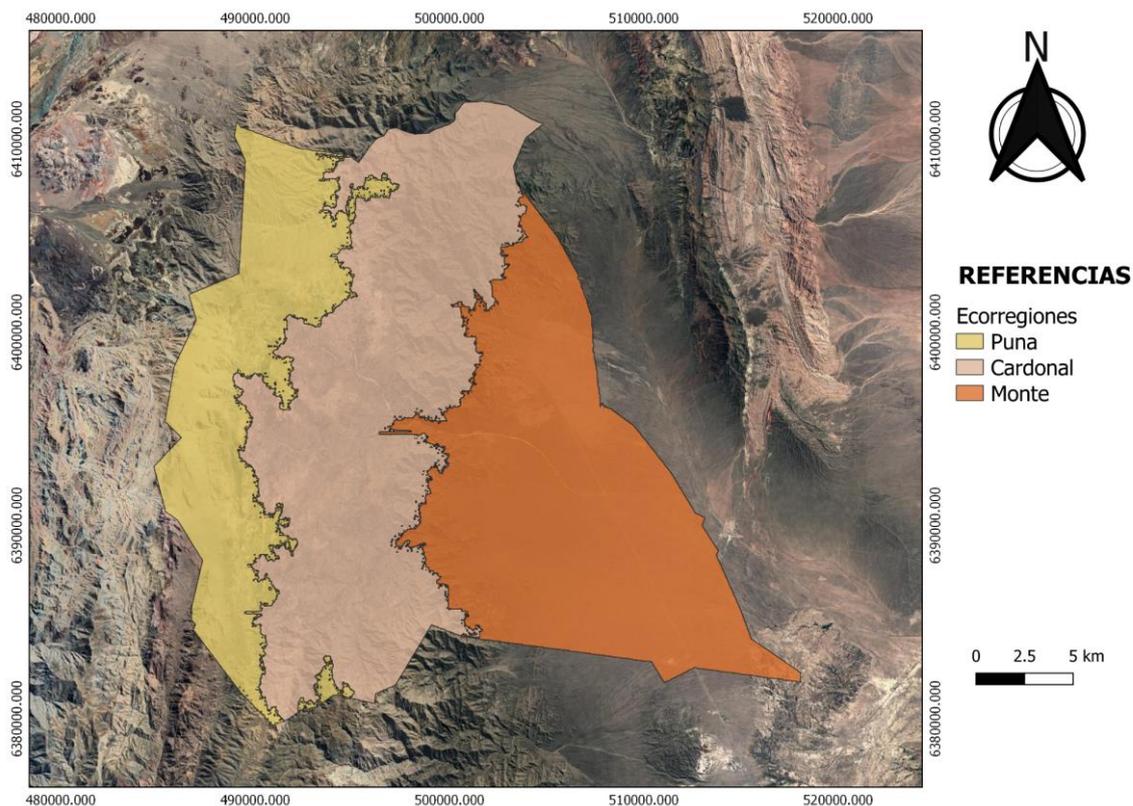


Figura N°4: Ecorregiones de la Reserva Natural y Sitio Ramsar Villavicencio. SRC UTM 19S WGS 84. Fuente: Elaboración propia.

En la RNV se encuentran representadas tres provincias fitogeográficas. El Monte, el Cardonal, y la Puna. Según el Plan de gestión de la RNV (2018), estas se localizan en sentido este-oeste.

Monte: se extiende en la RNV a partir de los 700 hasta los 1600 m.s.n.m. Existe mayor disponibilidad de humedad en el suelo en esta zona, lo que genera que haya una cobertura vegetal media del 85%. Las comunidades dominantes son arbustales altos de zigofiláceas como la jarilla (*Larrea cuneifolia*), la jarilla hembra (*Larrea divaricata*), la jarilla crespa (*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*). En lugares de suelos salinos las dominantes son *Tessaria absinthioides*, *T. dodonaefolia*, *Baccharis retamoides*. También se encuentran elementos de bosques riparios o más orientales, como los algarrobos *Prosopis flexuosa* y *P. chilensis*, estos junto al retamo nativo (*Bulnesia retama*) han sido afectados por talas intensas para leña e incendios.



Cardonal: En Villavicencio esta región se encuentra representada en la vertiente oriental, entre los 1700 y los 2700 m.s.n.m. Se observan elementos característicos, tales como los cactus *Lobivia formosa* y *Trichocereus candicans*, el ajeno (*Artemisia echegarayi*), *Aphanostelma candolleana*, *Physella herbentianai*, *Stevia gilliesii*, *Dypirena glaberima* y *Diostea scoparia*, un arbusto endémico.

Puna: en la RNV, 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. Existe una gran amplitud térmica durante el día, esto provoca la contracción y dilatación continua de las rocas lo que genera la ruptura y desintegración de estas. Los suelos están muy poco desarrollados, con escasa vegetación y una cobertura del 30%. Conformados por sedimentos sueltos, hacen que este sistema sea frágil y vulnerable a eventos erosivos. 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 (Roig y Martínez Carretero 1998).

De acuerdo con el Plan de Gestión (2018), en la RNV se han detectado unas 40 especies vegetales exóticas, entre las que se destacan por su magnitud la Rosa Mosqueta (*Rosa rubiginosa* y *R. canina*) y la Retama (*Spartium junceum*).

4.3.5 Fauna: comunidades o poblaciones de especies de valor especial extraído del Plan de Gestión de la RNV (2018).

Actualmente en la RNV la lista de vertebrados del área asciende a 253 especies de vertebrados (37 especies de mamíferos, 192 especies de aves, 21 especies de reptiles y 3 especies de anfibios (Plan de gestión RNV, 2018). La Reserva Natural Villavicencio y Sitio Ramsar posee grandes extensiones que se encuentran en un buen estado de conservación, con diferentes nichos provocando así, una gran diversidad de fauna nativa (Plan de gestión RNV, 2018).

Anfibios: la escasa disponibilidad de humedad del área resulta en la baja variedad de anfibios. Se observan tres especies, restringidas a sitios con disponibilidad permanente o frecuente de agua en superficie. Dos de ellas adaptadas a las condiciones climáticas adversas: el sapo andino *Rhinella spinulosa*, habitante de ambientes de altura, y la ranita del monte *Pleurodema nebulosum*, especie endémica del monte.

Réptiles: De las 21 especies registradas en el área, el 62% son endémicas de Argentina. Esto le confiere a la reserva un valor especial de conservación. El caso de aquellas especies endémicas con un rango de distribución muy restringido se encuentra: *Pristidactylus scapulatus*, *Liolaemus uspallatensis*, *Liolaemus ruibafi*, o la culebra *Phalotris cuyanus*. Por otro lado, unos pocos endemismos tienen amplios rangos de distribución dentro del país, como la lagartija grácil *Liolaemus gracilis* y la yarará ñata *Bothrops ammodytoides*.

Aves: Hasta el momento se han registrado unas 192 especies de aves, de las cuales 14 especies presentan algún nivel de amenaza en términos de conservación. La provincia biogeográfica del monte mostró una mayor riqueza de especies, en comparación con los ambientes de cardonal y puna. Se nombran a continuación especies con algún grado de amenaza: Águila coronada (*Buteogallus coronatus*): especie amenazada de extinción a nivel global; Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) especie considerada cercana a la amenaza a nivel global; Choique (*Rhea pennata*) Vulnerable; Ñandú (*Rhea americana*): Vulnerable Siete cuchillos (*Saltator aurantirostris*). No Amenazada (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Aves Argentinas, 2017).

Mamíferos: Entre los mamíferos se listan unas 37 especies, de las cuales 30 son de presencia confirmada, y 7 requieren confirmación actual. Respecto al estatus de los mamíferos en la RNV, se destacan las siguientes por contar con algún grado de vulnerabilidad: Mara (*Dolichotis patagonum*): vulnerable y endémica de Argentina; Puma (*Puma concolor*):

preocupación menor; Gato del pajonal (*Leopardus colocolo*): vulnerable; Gato andino (*Leopardus jacobita*): vulnerable; Rata chinchilla (*Abrocoma uspallata*): preocupación menor (SAREM, 2012). Guanaco (*Lama guanicoae*): se considera al guanaco una especie emblemática de la RNV, y como tal las medidas de manejo para su conservación pueden actuar como paraguas para contribuir a la recuperación de otras especies silvestres (Plan de gestión RNV, 2018).

4.4 Humedales

Los humedales de la RNV se hallan en la región de humedales altoandinos y de la puna, en la subregión vegas y lagunas altoandinas (Sosa y Guevara 2017). Ramsar (2002b), reconoce que los humedales altoandinos poseen un valor estratégico muy importante ya que son reguladores y fuentes de agua para consumo, riego y generación de electricidad. También son ecosistemas con mucha biodiversidad, resultando en hábitat de flora y fauna amenazada y especies endémicas (Ramsar, 2002b).

Asimismo, estos humedales se convierten en espacios donde se pueden llevar a cabo actividades turísticas/educativas y donde viven distintos pobladores locales, comunidades campesinas y pueblos indígenas entre otros (Ramsar, 2002b; Informe Técnico RNV, 2015). Sin embargo, los humedales altoandinos son muy vulnerables y frágiles ante el cambio climático y a los efectos negativos que provocan actividades extractivas (minería, prospección de agua, hidrocarburos), la agricultura, el turismo no organizado ni reglamentado y la introducción de especies exóticas e invasoras (Ramsar, 2002b). Por esto mismo es que Ramsar en la Resolución VIII.3 del año 2002 invita a las Partes Contratantes del convenio a generar programas de acción concretos para los humedales altoandinos y así lograr preservar su biodiversidad, su función como reguladores de agua y como espacios de vida.

4.4.1 Origen de los humedales en la RNV

Los diversos tipos de humedales que se encuentran en la RNV están relacionados entre sí por su origen común. Su permanencia prolongada en el tiempo se ve afectada por dos componentes: a) las precipitaciones niveas en las zonas altas de montaña (zonas de recarga) y b) a la persistencia y relevancia de eventos aluvionales estacionales que los perturban negativamente (Sosa, 2012) La reserva posee una topografía irregular integrada por quebradas que discurren en dirección NO-SE, conformando la red de drenaje de la zona. La red de avenamiento tiene su origen en las serranías altas de Uspallata y descarga sus aguas hacia el este, en las planicies del piedemonte y en el monte para finalizar su trayecto en el Río Desaguadero (Sosa, 2012).

El origen de las aguas superficiales puede ser nival o pluvial. Por un lado, las aguas de origen nival se infiltran en las zonas de alta montaña y circulan de manera continua o discontinua con caudales pequeños para luego surgir en las bases de las microcuencas o en las laderas de los cerros y quebradas, formando así, los principales humedales de la reserva (vegas, pastizales inundados, cortaderas, cursos de agua con vegetación, vertientes, y otros), además de contribuir con el desarrollo de suelos orgánicos y comunidades vegetales. Mientras que las aguas de origen pluvial corren por las quebradas luego de cada precipitación de manera repentina y violenta, con grandes caudales arrastrando materiales del suelo y vegetación, provocando aluviones que degradan los sistemas de humedales (Sosa, 2012).

4.4.2 Tipo de humedales en la RNV

A partir de estudios realizados por Sosa (2012), en la RNV se han identificado nueve humedales diferentes, los cuales coinciden con 5 tipos de humedales continentales según el Sistema de Clasificación de Ramsar en la Ficha de Identificación de Humedales de Importancia Internacional (FIR). De todos los humedales que existen en la reserva, se distinguen dos tipos: humedales raros, correspondientes a las vertientes de aguas termales, y humedales representativos, las vegas de altura (Sosa, 2012).

Tabla N° 2: Tipos de Humedales presentes en la Reserva respecto a criterios de clasificación Ramsar.
Fuente: adaptado de Sosa, 2012.

HUMEDALES DE VILLAVICENCIO		
Humedales continentales	Tipo	Características
Ríos/arroyos estacionales/intermitentes/irregulares	Cursos de agua	Arroyos temporarios de agua dulce que se infiltran y reaparecen a lo largo del recorrido. Con formaciones vegetales hidrófilas, presencia de algas y briofitas.
	Quebradas	De origen aluvial, de distintas profundidades portadoras de aluviones estacionales de origen pluvial.
	Cauces	Barrancas y cárcavas de material sedimentario por donde discurren las aguas de origen pluvial al fondo de quebradas o en zonas bajas.
Turberas no arboladas: incluye turberas arbustivas o abiertas (“bog”), turberas de gramíneas o carrizo (“fen”), bofedales, turberas bajas	Vegas	Comunidades vegetales higrófilas e hidrófilas permanentes, relictuales. Se desarrollan en zonas de descarga de quebradas tributarias o fondos de microcuencas.
Humedales alpinos/de montaña: incluye praderas alpinas y de montaña, aguas estacionales originadas por el deshielo	Barreales	Suelos arcillosos sin vegetación de origen nival (planchones de nieve) con aportes pluviales. Abrevaderos
	Pastizal inundado/Cortaderal	Zonas planas con acumulación de agua dulce y desarrollo de Juncáceas y Herbáceas hidrofitas. Cortaderales.
	Salto/Cascadas	Suelos rocosos erosionados, cascadas y piletones de roca, comunidades de briófitas e hidrófilas en sus bordes.
Manantiales de agua dulce/oasis	Vertientes/Surgentes	Surgentes de agua subterránea de origen nival que emergen de laderas de los cerros y de paredes laterales de las quebradas o base de quebradas. Comunidades hidrofitas. Formadores de arroyos, cursos de agua y vegas.
Humedales geotérmicos	Aguas termales	Fuentes termo minerales y minerales

4.4.3 Vegas de altura

Las vegas son praderas naturales húmedas con agua permanente o semipermanente, que forman un tapiz denso siempre verde (Méndez, 2007). Su vegetación se desarrolla gracias a un elevado y permanente contenido de humedad edáfica, y corresponde a un estrato herbáceo denso a muy denso (coberturas de más del 50%), de baja a mediana altura (5-100 cm), sobre una superficie general plana (Calvo *et al.*, s/f; Informe Técnico RNV, 2015). La vegetación de vegas se encuentra asociada a pastizales de gramíneas de gran importancia forrajera para los camélidos junto con comunidades de Juncáceas y Ciperáceas de los géneros: *Juncus sp*, *Oxychloe sp*, *Deyeuxia*, *Carex* y *Eleocharis*, entre otros (Sosa, 2012).

En el agua se identifican especies hepáticas y briófitas en zonas profundas y con agua en movimiento. También se observan comunidades vegetales dominadas por *Cortaderia sp.* (Cortaderal), al inicio de varias vertientes y en las partes más planas o zonas de acumulación de agua en los fondos de las quebradas. Y en las bases de las quebradas se observa a la especie exótica invasora Rosa Mosqueta (*Rosa rubiginosa* y *R. canina*) (Sosa, 2012).



En el Informe Técnico de la RNV (2015), se identifican los servicios ecosistémicos claves de la misma diferenciándose en: servicios de regulación, servicios de abastecimiento, servicios de soporte y servicios culturales. A escala de los humedales, uno de los principales servicios ecosistémicos es la provisión de agua para consumo humano, animal y diversas actividades económicas (turismo, agricultura, ganadería por fuera de la reserva e industria). En estas áreas se produce una maximización de la producción primaria, las vegas implican una elevada diversidad local de especies y una muy alta productividad, en algunos casos de zonas áridas, de hasta 100 veces la productividad primaria de los ambientes xerófilos (Informe Técnico RNV, 2015)

Estos servicios de abastecimiento se dan gracias a los servicios de regulación como: la infiltración en cuencas altas, la recarga y descarga de acuíferos, el almacenamiento y la generación de agua de características físico químicas excepcionales (Informe Técnico RNV, 2015). También existen servicios de regulación climática, al ser sumideros de carbono y mitigar los efectos de la sequedad ambiental en los periodos de sequía durante el invierno, contribuyendo al microclima local (FIR, 2018).

Muchas veces los SE actúan por sí solos, resultando en beneficios que no son tangibles si no que hay que gestionarlos para que exista una conexión entre el ser humano y la naturaleza. Es el caso de los servicios culturales, donde se hallan: la recreación y el turismo, la educación, la investigación científica, la belleza esencial y espiritual y la importancia cultural e identidad (Informe Técnico RNV, 2015). Por último, se encuentran los servicios de apoyo, que abarcan tanto el espacio superficial, aéreo como subterráneo y que constituyen la base para que los demás servicios puedan operar.

4.5 Especies exóticas invasoras: **Rosa mosqueta (*R. rubiginosa* y *R. canina*)**

En la RNV se han identificado 49 especies vegetales exóticas, empero, no todas son consideradas invasoras (Informe Técnico RNV, 2017). Según el Plan de Gestión de la RNV (2018), la gran cantidad se debe a que antes de que se declarara área protegida se introdujeron varias especies de plantas con fines ornamentales. A lo largo de los años, el pastoreo de ganado doméstico sumado a la práctica de incendiar el monte para el rebrote ha generado alteraciones en las comunidades vegetales nativas, creando microhábitats idóneos para la proliferación y expansión de algunas especies exóticas e invasoras (Mazzolari, 2017).

Algunas de las especies son: *Antirrhinum majus* (conejito) que actualmente forma facies de más del 80% de cobertura en terrazas aluviales; *Conium maculatum*, *Fumaria capreolata*, *Apium graveolens*, *Salvia bervenaca* y *Centaurea melitensis* dominan en depresiones donde hubo concentración de animales; *Dipsacus sativus* se encuentra siguiendo los cauces de los ríos alóctonos; *Skruthantus rubra* se establece en la ribera de arroyos con agua permanente; *Lactuca virosa* se comporta como ruderal entre los 1750-1900 m; y *Spartium junceum* (retama) domina en la ribera de los cauces temporarios (Plan de gestión RNV, 2018). Sin embargo, las especies de mayor riesgo de invasión son el árbol del cielo (*Alianthus altissima*) y ambas especies de rosa mosqueta (*Rosa canina* y *R. rubiginosa*) (Informe Técnico RNV, 2017) .

La rosa mosqueta es la EEI de mayor amenaza de la RNV debido a su alta capacidad de dispersión y expansión hacia zonas de alto valor de conservación. Especialmente, la invasión sostenida se lleva a cabo en las quebradas, zonas donde hay mayor cantidad de humedad y nutrientes y donde se encuentran las vegas, humedales más abundantes y característicos de la Reserva (Mazzolari, 2017).

4.5.1 Características morfológicas

La rosa mosqueta es un arbusto leñoso y espinoso originario de Europa y Asia que puede alcanzar más de 2 metros de altura. Ambas especies poseen grupos de flores, rosadas en *R. rubiginosa* y blancas en *R. canina*. Presentan frutos cinorrodón, agregado de aquenios ubicados dentro de un receptáculo carnoso (Martin, 2016).

Fue introducida intencionalmente por sus propiedades ornamentales para utilizarla como cerco vivo y por las características nutricionales y medicinales que posee. (Espinoza *et al.*, 2016). Hay registros de que las especies de rosa mosqueta invaden distintas áreas de Argentina, como San Luis, Córdoba (Zimmermann *et al.*, 2010) y la Patagonia (Damascos *et al.*, 2005; Damascos y Bran 2006).

Esta especie posee una serie de cualidades que la convierten en una invasora exitosa. Sus flores son polinizadas por insectos, pero también produce semillas apomíticas altamente viables (Martin, 2016). Además, se reproduce de manera asexual por medio de sus raíces, carácter que la hace sumamente agresiva según Damascos *et al.*, (2005). Las infrutescencias carnosas, rojas y de liberación gradual durante el otoño e invierno, son atractivas para los animales domésticos y silvestres, quienes, al consumirlas, eliminan sus semillas en condiciones viables para germinar, facilitando así la dispersión de esta especie. También genera sustancias alelopáticas que imposibilitan el establecimiento y desarrollo de plantas próximas a ella. (Damascos *et al.*, 2005; Dacar *et al.*, 2019).

La Rosa Mosqueta forma matorrales monoespecíficos reemplazando a las especies nativas del lugar. También puede atraer a polinizadores nativos y exóticos, alterando los mutualismos de polinización y como resultado reducir el éxito reproductivo de las demás plantas autóctonas (Martin, 2016). Estudios realizados por (Damascos & Gallopin, 1992) demostraron que, en estadios avanzados de invasión la rosa mosqueta modifica la estructura de las comunidades y disminuye la riqueza de especies nativas. El éxito de las especies exóticas invasoras muchas veces se relaciona con la habilidad que poseen de capturar, retener y utilizar los recursos de manera más eficiente, dando como resultado mayores tasas de crecimiento, lo que les otorga una ventaja y les permite superar y desplazar a las especies nativas (Tecco *et al.*, 2013).

Sin embargo, en Argentina la rosa moqueta está clasificada según la Resolución 109/21 de la MAYDS como especie exótica invasora en la categoría 2, de uso controlado, debido a su importancia para ciertas actividades productivas en distintas provincias y regiones. Espinoza *et al.*, (2016), detallan que su fruto tiene características nutritivas y farmacéuticas excepcionales. Por ejemplo, el aceite de los aquenios contiene una gran cantidad de ácidos grasos esenciales, fundamentales para la regeneración celular y la cicatrización de heridas por lo cual se aplica sobre llagas, grietas de la piel, quemaduras e inflamaciones y en lavados bucales (Cameroni, 2013). A nivel alimenticio, el fruto se puede utilizar en la elaboración de mermeladas, jugos, te, favoreciendo la resistencia del organismo a gripes y resfriados. Mejora los procesos enzimáticos y digestivos al ser un diurético ligero y laxante, sumado a que contiene vitamina C un micronutriente importante para la nutrición del ser humano (Espinoza *et al.*, 2016).

Estos beneficios provocan que la especie se cultive en distintos lugares (Cameroni, 2013) fomentando su invasión y por ende resulta más valorada que las especies nativas de cada lugar, invisibilizando los impactos que provoca en los ecosistemas.

4.5.2 Impactos en los humedales

Otro aspecto fundamental en el manejo y control de especies exóticas invasoras es el conocimiento de los sitios de distribución actual y potencial (Gallien *et al.*, 2010). Estudios realizados por Mazzolari (2017) demuestran que el hábitat idóneo de la rosa mosqueta está asociado con valores de humedad elevados, siendo los sitios más afectados aquellos que corresponden a quebradas, vegas, humedales y cursos de agua, los cuales representan ambientes de gran importancia para la conservación de la biodiversidad en el área protegida.

A partir de lo analizado por Sosa (2012), en la RNV, se identificaron más de 40 sitios en donde los cambios provocados por las aguas superficiales resultaron en suelos hidromórficos y vegetación hidrófila generando diversos tipos de humedales. Las comunidades vegetales características de los humedales se desarrollan en las microcuencas, en los fondos de las quebradas y se distribuyen especialmente a una altura entre los 1.400 y 2.200 m.s.n.m.



Mazzolari (2017), pudo observar que las dos variables que tuvieron mayor efecto en determinar la idoneidad de hábitat fueron el índice de humedad topográfica y la altura. Como resultado obtuvo que el establecimiento y expansión de la rosa mosqueta se asocia con valores de humedad elevados mientras que, con la altura obtuvo que los valores de idoneidad de hábitat más altos están entre los 1480 y 1650 m.s.n.m., y los valores de idoneidad media hasta los 1430 y 1980 m.s.n.m. En la misma tesis doctoral se pudo corroborar que de los 24 humedales muestreados por la autora, 2 se hallan en sitios con idoneidad de hábitat alta, y 6 en sitios con idoneidad de hábitat media (Mazzolari, 2017).

A partir de un Informe técnico de la RNV (2018), el cual se basó en el análisis de imágenes satelitales en la RNV, se demuestra que la superficie afectada por rosa mosqueta en la Reserva Natural y Sitio Ramsar Villavicencio coincide con la ecorregión del Cardonal, donde se encuentran la mayoría de los humedales identificados por Sosa (2012).

La expansión de la rosa mosqueta formando monotipos, está generando cambios que afectan a la biodiversidad nativa y el funcionamiento de los ecosistemas de humedales, ya que realizan un mayor aprovechamiento del recurso hídrico y poseen tasas de crecimiento más elevadas que las especies nativas, además de que inhabilitan el uso recreativo y educativo de los humedales y limitan el acceso a los cursos de agua (Mazzolari, 2017).

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Localización de humedales.

En un primer momento se llevó a cabo una etapa de prospección, en la cual se realizaron dos campañas de expedición (noviembre 2020 y febrero 2021), para visualizar distintos humedales invadidos y no invadidos por rosa mosqueta en distintas áreas de la RNV.

2. Selección y descripción de los humedales

Los humedales seleccionados fueron vegas altoandinas y para la toma de muestras se dividieron en dos categorías según el estado de invasión de la rosa mosqueta.

- Sin invasión (SI): cuando no hay presencia de rosa mosqueta.
- Con invasión (CI): cuando se encuentran parcial o totalmente invadidos por rosa mosqueta.

En los humedales invadidos por rosa mosqueta no se diferenciaron entre *Rosa rubiginosa* y *Rosa canina*, se tomaron ambas especies por igual para las distintas mediciones. En los humedales no invadidos y en los humedales parcialmente invadidos donde hay sectores con especies características, la vegetación predominante observada fueron pastizales de *Oxychloe sp.* y algunas porciones con *Juncus sp.* (Sosa, 2012).

Al llevar a cabo el análisis de los resultados se definieron dos términos: vegetación natural unificada, cuando no se diferencia entre *Oxychloe sp.* y *Juncus sp.* y vegetación natural discriminada cuando sí se diferencian ambas especies.

La selección de los humedales dependió de la accesibilidad a los mismos, así como también del estado en que se encontraban. Durante el muestreo para la toma de datos, humedales invadidos por rosa mosqueta que se habían detectado durante las salidas de prospección fueron impactados negativamente por aluviones y no pudimos llevar a cabo el muestreo de estos.

La cantidad de humedales que se muestrearon fueron seis. Cuatro corresponden a la categoría sin invasión y dos a la categoría con invasión, los cuales se encontraban parcialmente invadidos (Tabla 2).

En cada humedal se traqueó el perímetro mediante la aplicación "Mobile topographer" (<https://mobile-topographer.uptodown.com>) y luego con el programa QGIS (<https://qgis.org/>)

se obtuvo el valor de superficie total de cada humedal, la superficie ocupada por rosa mosqueta y por vegetación natural unificada, en m².

Tabla N° 3: Clasificación de humedales muestreados Sin Invasión (SI) y Con Invasión (CI). Fuente: Elaboración propia.

Humedal	Estado de invasión
Clementillo Sur	SI
Clementillo Norte	SI
Tres Quebradas Norte	SI
Tres Quebradas Sur	SI
La capilla	CI
Agua de puma	CI

En las figuras 5, 7, 9 y 11 se muestran la ubicación y extensión de los sitios muestreados. Mientras que en las figuras 6, 8, 10 y 12 se observan registros fotográficos de los mismos sitios.



Figura N° 5: Humedal Tres quebradas Sur (violeta) y Tres quebradas Norte (celeste), corresponden a la categoría Sin Invasión (SI). SRC UTM 19S WGS 84. Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 6: Foto del humedal Tres quebradas sur (izquierda) y Tres quebradas norte (Derecha).

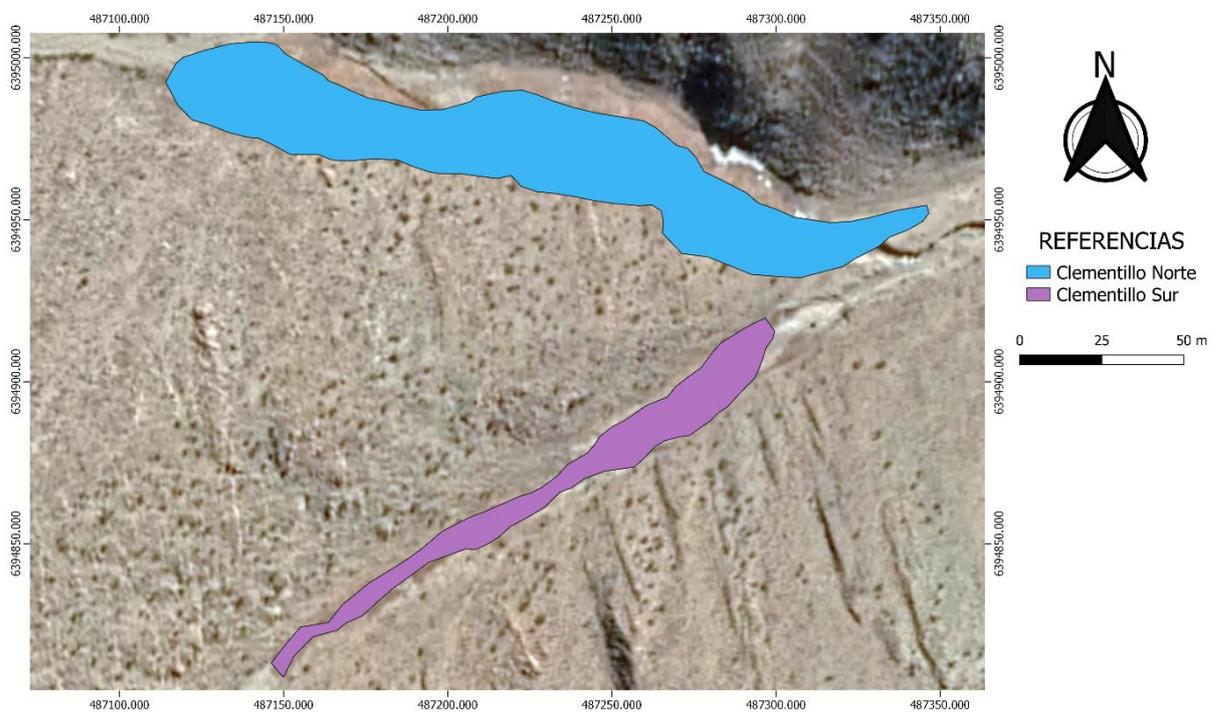


Figura N° 7: Humedal Clementillo Norte (celeste) y Clementillo Sur (violeta) correspondientes a la categoría Sin Invasión (SI). SRC UTM 19S WGS 84. Fuente: elaboración propia.



Figura N° 8: Foto del humedal Clementillo Sur (izquierda) y Clementillo Norte (derecha).

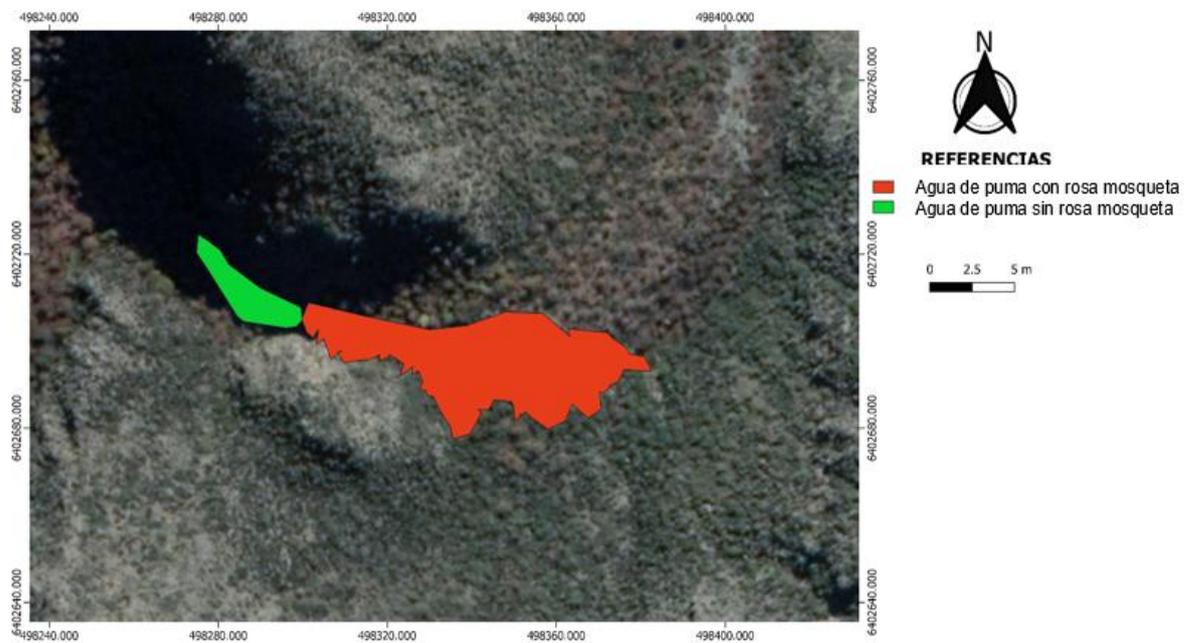


Figura N°9: Humedal Agua de puma correspondientes a la categoría Con Invasión (CI), diferenciado en zona invadida por rosa mosqueta (roja) y zona sin invadir (verde). SRC UTM 19S WGS 84. Fuente: elaboración propia.



Figura N° 10: Foto del humedal Agua de puma: en recuperación luego del control de especies de rosa mosqueta por parte del equipo de la RNV (izquierda), área invadida totalmente por rosa mosqueta (derecha).

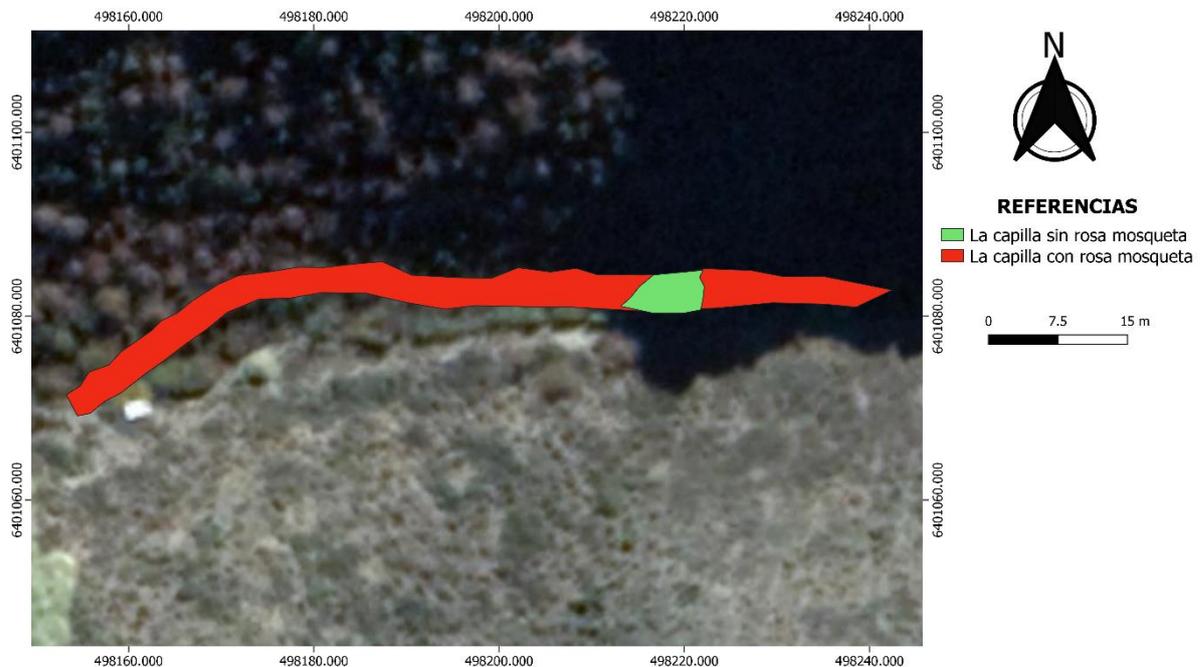


Figura N° 11: Humedal La capilla correspondientes a la categoría Con Invasión (CI), diferenciado en zona invadida por rosa mosqueta (roja) y zona sin invadir (verde). SRC UTM 19S WGS 84. Fuente: elaboración propia.



Figura N°12: Foto del Humedal La Capilla, área totalmente invadida por rosa mosqueta (izquierda), porción con vegetación nativa (derecha).

3. Materiales y equipos

- Recipiente graduado de 1 L
- Recipiente graduado de 3 L
- Cinta métrica
- Bolsas plásticas
- Tijera
- Marcador
- Cinta adhesiva
- Brújula
- Cronómetro
- Navegador satelital
- Marco de madera 15x15cm
- Porómetro
 - Marca: ICT International
 - Modelo: SC-1 Leaf

4. Evaluaciones

4.1 Estimación de la evapotranspiración

La evapotranspiración tanto de la rosa mosqueta como de la vegetación natural se estimó mediante la medición de la conductancia estomática (en adelante CE) por medio de un porómetro, y del área foliar (Ordoñez, 2011).

4.1.1 Rosa mosqueta

Área Foliar

La rosa mosqueta (*R. rubiginosa* y *R. canina*) provoca matorrales impenetrables, impidiendo visibilizar cada individuo por separado (Martin, 2016), por este motivo se estimó el total de individuos a partir de una muestra representativa. Se midió el diámetro de 5 individuos de rosa mosqueta y se calculó una media del área de cobertura que ocupa un individuo. Se dividió la superficie total ocupada por rosa mosqueta en cada humedal por el área que ocupa un solo individuo dando como resultado un valor estimado del total de individuos presentes en el humedal.

De todos los individuos de rosa mosqueta presentes se seleccionó una planta representativa, un individuo de altura media y en buen estado fitosanitario. Se cuantificó el número de ramas totales, de todas estas se eligió una y se contabilizó el total de hojas en ella. De la rama seleccionada se tomaron 6 muestras de hojas, dos de la zona apical, dos de la zona media y dos de la zona basal. Se colocaron en bolsas plásticas y se rotularon.

Luego en gabinete se midió el área foliar de cada muestra por medio de la aplicación “Easy Leaf Area Free” (<https://www.quantitative-plant.org/software/easy-leaf-area>) (Figura N° 12). Para el uso de esta aplicación se realizó un cuadrado de papel de color rojo de 4 cm² de superficie, el cual se colocó al lado de la hoja de rosa mosqueta para después tomar una fotografía y obtener así el valor de área foliar en cm² de la hoja. Se repitió este proceso para las seis muestras de hojas.

Una vez que se obtuvieron los valores de área foliar para las 6 hojas se calculó una media. A partir de este dato muestral, se calculó el área foliar para el total de las hojas de la rama seleccionada, lo mismo para el total de ramas del individuo seleccionado. El valor de área foliar obtenido de un individuo se extrapolaró al total de plantas estimadas del humedal.

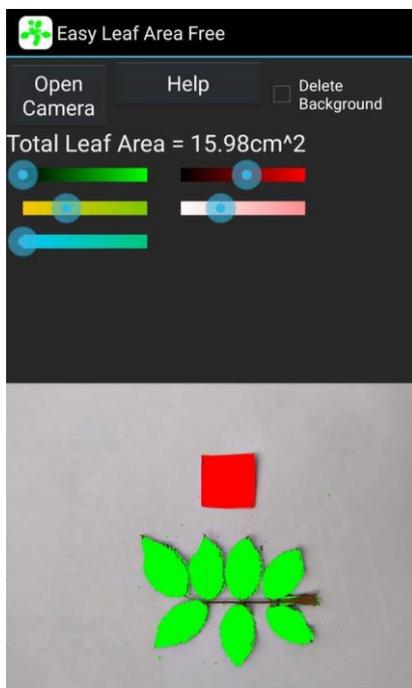


Figura N° 13: Obtención del área foliar por medio de la aplicación “Easy Leaf Área Free”

Conductividad estomática

Previo a la extracción de las hojas se tomaron tres folíolos al azar, se les midió la CE con el porómetro y luego se calculó una media de los tres valores obtenidos, que se multiplicó por el área foliar calculada. Luego se dividió la CE total mmol/s por la superficie ocupada por rosa mosqueta, obteniendo como resultado la conductividad estomática total por m² de superficie para cada humedal.

4.1.2 Vegetación natural

Área foliar

En los humedales no invadidos y parcialmente invadidos, el área foliar se obtuvo a partir de tres muestras de biomasa aérea de la especie *Oxychloe sp.*, especie predominante, (sin raíces ni suelo) que se extrajeron de sectores de superficie conocida (marcos de 15x15 cm). Los valores de área foliar obtenidos a partir de la aplicación “Easy Leaf Area Free”, se extrapolaron a la superficie total que ocupa la vegetación natural de cada humedal.



Figura N° 14: Toma de muestra para calcular el área foliar de la vegetación nativa.

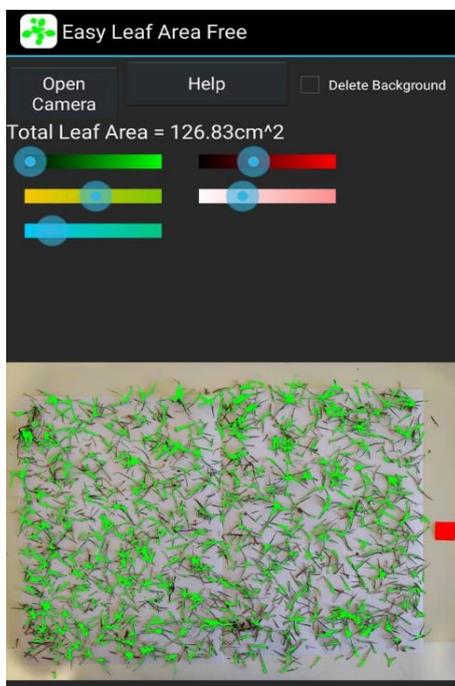


Figura N° 15: Obtención del área foliar por medio de la aplicación “Easy Leaf Área Free”.

Conductividad estomática

Se seleccionaron tres puntos de cada humedal, uno en la zona alta, otro en la zona media y el tercero en la zona baja, donde se midió la CE, con el porómetro, de las hojas de la especie *Oxychloe sp.* y en los humedales donde había especies de *Juncus sp.*, también se les midió la CE. A partir de estos tres datos muestrales se calculó una media. El valor de CE obtenido de la muestra se multiplicó por el área foliar calculada. Luego se dividió la CE mmol/s por la superficie ocupada del humedal por vegetación natural, obteniendo como resultado la conductividad estomática por m² de superficie.



Figura N° 16: Medición de la conductividad estomática de la vegetación nativa por medio del porómetro.

Por último, se llevó a cabo la comparación de CE total por m² entre rosa mosqueta y vegetación natural unificada. Dichos valores se obtuvieron a partir de la suma de las CE totales (mmol/s) y de las superficies (m²) de cada tipo de vegetación en cada humedal. Luego se realizó la división entre ambas variables y se obtuvo la CE por m².

4.2 Procesamiento de datos

Para el procesamiento de los datos iniciales de conductividad estomática se aplicaron análisis estadísticos descriptivos e inferenciales no paramétricos (Kruskal Wallis) con la herramienta informática InfoStat/P (<https://www.infostat.com.ar/>). Para el análisis descriptivo se realizaron distintas comparaciones según el estado de invasión de los humedales y la vegetación muestreada.

- A) Comparación entre humedales Sin Invasión (SI) y Con Invasión (CI).
- B) Comparación entre rosa mosqueta y vegetación natural discriminada.
- C) Comparación entre rosa mosqueta y vegetación natural unificada.
- D) Comparación entre estado de invasión y vegetación muestreada: rosa mosqueta y vegetación natural discriminada.
- E) Comparación entre estado de invasión y vegetación muestreada: rosa mosqueta y vegetación natural unificada.

Para el análisis inferencial se llevó a cabo la prueba de Kruskal Wallis, donde se muestra el p-valor, el cual indica si las muestras son estadísticamente significativas o no entre sí. Las diferencias se consideraron significativas cuando el p-valor fue menor a 0,05. Lo mismo ocurre

con las letras que aparecen en el análisis, si estas son diferentes las muestras son significativamente diferentes.

4.3 Escorrentía superficial de entrada y salida

Se midieron los flujos de escorrentía superficial de entrada y salida con un recipiente graduado y un cronómetro. Se cuantificó el tiempo que tardó el recipiente en llenarse de agua en la entrada y en la salida de los humedales. Se realizaron tres mediciones tanto en la entrada como en la salida y luego se calculó una media para obtener un sólo valor en mililitros/segundo. Solo se tuvo en cuenta el área del humedal para la escorrentía y no se cuantificó la precipitación que escurre de las laderas adyacentes al mismo.

4.4 Cálculo de balance hídrico

Para la aproximación al cálculo del balance hídrico basado en un momento en el tiempo sin considerar la fracción subsuperficial se utilizó la ecuación de Gilman (1994):

$$PP + G_{in} + Q_{in} = ET + G_{out} + Q_{out} + DV$$

- Donde PP son las precipitaciones para las cuales se utilizaron datos del mapa BIO 12 de WorldClim (Fick y Hijmans, 2017) que indica la precipitación anual. El dato de precipitación obtenido es lo acumulado de una serie histórica, sin embargo, en el presente trabajo se consideró ese dato constante en todo el año y se utilizó como un valor puntual para un momento determinado.
- Q_{in} y Q_{out} son los flujos superficiales de entrada y salida para los cuales se utilizaron los valores de escorrentía de entrada y salida medidos en campo para un momento determinado. Las unidades utilizadas fueron en ml/s.
- ET es la evapotranspiración, para la cual se utilizó la conductancia estomática como una forma de estimación de la evapotranspiración, medida en el campo para un momento determinado.
- Los flujos subsuperficiales G_{in} y G_{out} no se consideraron en el presente trabajo. Ya que solo se trabajó con valores superficiales.
- Δs es el cambio en el volumen de agua. Si es positivo significa que las entradas son mayores a las salidas y si es negativo significa que las salidas son mayores que las entradas y hay un déficit del recurso hídrico.

Como los valores de los distintos componentes de la ecuación se obtuvieron en distintas unidades fue necesario realizar un pasaje de unidades para obtener todos los valores en la misma unidad, ml/s, y así poder llevar a cabo el cálculo aproximado del balance hídrico.

Las precipitaciones se encontraron en mm/anales, para obtener los datos en ml/s, se multiplicó el valor de precipitación por el área de humedal en m^2 dando como resultado un valor en litros. Este valor se convirtió a mililitros y luego se dividió por el total de segundos que hay en un año, obteniendo así el valor de precipitación en ml/s. Para la evapotranspiración se utilizaron los valores obtenidos de conductividad estomática de la tabla N° 8 en mmol/s. Este valor se convirtió a mol/s y se multiplicó por el valor de la masa molar del agua que es 18 g/mol dando el resultado en g/s. Luego al ser 1 gr = 1 ml, se obtuvo el dato de conductividad estomática en ml/s. Los valores de caudal de entrada y salida se midieron a campo en ml/s por lo que no hizo falta ningún pasaje de unidades.

Con los datos de precipitación, evapotranspiración y escorrentía superficial se obtuvo la estimación del balance hídrico para cada humedal en ml/s. Luego al dividir por la superficie de cada humedal en m² se obtuvieron los valores de balance hídrico por m² de humedal para poder realizar una adecuada comparación. Por último, se realizó una media de la estimación del cálculo de balance hídrico para dos situaciones: con invasión y sin invasión de rosa mosqueta por unidad de superficie.

RESULTADOS

Los resultados se han organizado en tres secciones principales: la primera sección 1 está dedicada al análisis estadístico descriptivo e inferencial sobre la comparación de la conductividad estomática según el estado de invasión de los humedales y el tipo de vegetación a escala foliar.

En la sección 2 se presenta la conductividad estomática obtenida a partir del área foliar de la vegetación presente para cada humedal. Continuando luego con la comparación de la conductividad estomática entre la rosa mosqueta y la vegetación natural reuniendo todos los humedales muestreados.

Por último, la sección 3 está dedicada al balance hídrico de cada humedal para finalizar con una comparación entre humedales no invadidos e invadidos.

1. Conductividad estomática a escala foliar

A continuación, se presentan los resultados obtenidos al realizar distintas comparaciones de la variable conductividad estomática de la rosa mosqueta y de la vegetación nativa: *Oxychloe sp.* y *Juncus sp.* (ver anexo 1).

A) Comparación entre humedales Sin Invasión (SI) y Con Invasión (CI)

i) Estadística descriptiva

Se presentan en la tabla N° 3 las medidas resumen de la conductividad estomática para la situación de los humedales con invasión y sin invasión de rosa mosqueta. Se observa que la media en el tratamiento sin invasión es más del doble que la media del tratamiento con invasión.

En el diagrama de caja N° 1 se ve como son muy diferentes los resultados, al ver la posición de las cajas, así como también la situación sin invasión posee algunos valores de conductividad estomática notablemente mayores (máximo: 145 mmol/m².s) a comparación de la situación con invasión que posee valores más bajos (máximo: 57,8 mmol/m².s).

Tabla N°3: Medidas resumen de la conductividad estomática en humedales Sin Invasión (0) y Con Invasión (1)

CE (mmol/m ² . s)		
Medidas resumen	Estado de Invasión	
	SI (0)	CI (1)
Media	77,88	34,28
D.E	26,78	15,57
Min	46,5	12,3
Max	145,4	57,8

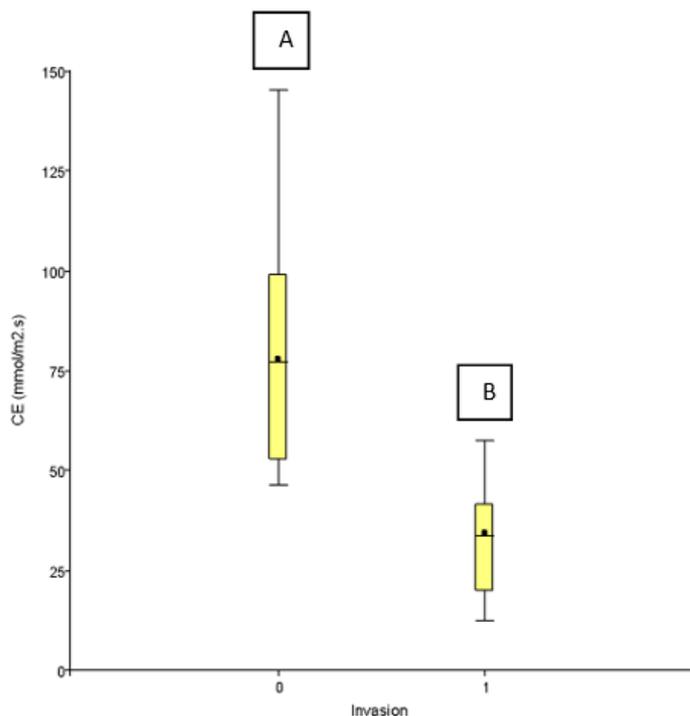


Diagrama N° 1: Comparación de la conductividad estomática en humedales Sin Invasión (0) y Con Invasión (1)

i) Estadística inferencial

Al realizar el análisis inferencial mediante la prueba de Kruskal Wallis, se observa que el p-valor es menor a 0,05 por lo que efectivamente existen diferencias significativas entre los tratamientos. Tal como se corrobora en los resultados descriptivos.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Invasion	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
CE	0	18	77.88	26.78	77.15	16.17	0.0001
CE	1	12	34.28	15.57	33.75		

Trat.	Ranks	
1	7.58	A
0	20.78	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

B) Comparación entre rosa mosqueta y vegetación natural discriminada

i) Estadística descriptiva

En la tabla N° 4 se presentan los valores de las medidas resumen de conductividad estomática para *Juncus sp.*, *Oxychloe sp.* (pastos) y rosa mosqueta. Los resultados arrojan que la especie que mayor conductividad estomática presentó fue *Juncus sp.*

En el diagrama N°2 se corrobora dichos resultados, y se observa que tanto *Oxychloe sp.* como *Juncus sp.* presentan cajas en rangos de distribución similares, mientras que los valores de la rosa mosqueta son mucho menores.

Tabla N°4: Medidas resumen de la conductividad estomática para *Oxychloe sp.*, *Juncus sp.* y rosa mosqueta.

CE (mmol/m ² . s)			
Medidas resumen	Vegetación		
	<i>Oxychloe sp.</i>	<i>Juncus sp.</i>	<i>Rosa mosqueta</i>
Media	62.57	82.08	32.40
D.E	30.20	28.58	16.40
Min	19.60	47.30	12.30
Max	145.40	114.40	57.80

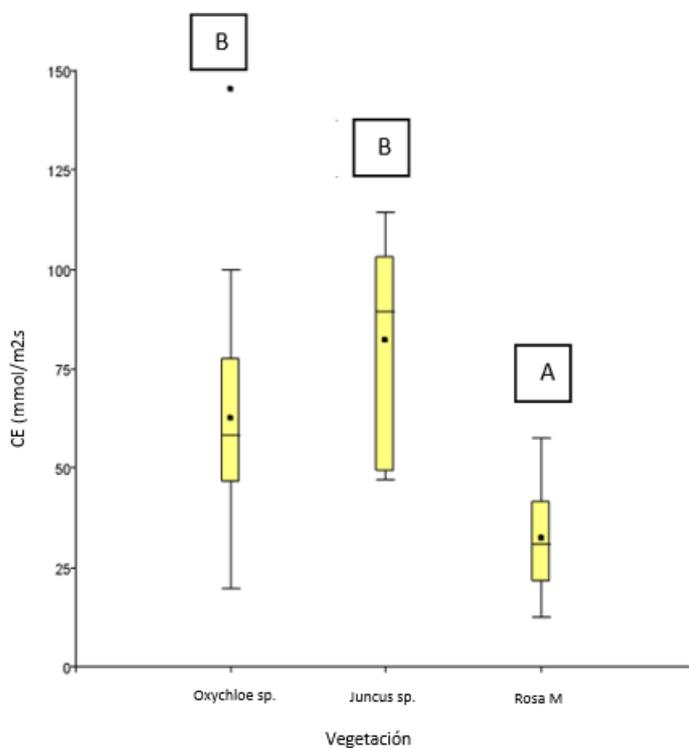


Diagrama N° 2: Conductividad estomática para *Oxychloe sp.*, *Juncus sp.* y rosa mosqueta.

ii) Estadística inferencial

Al realizar la prueba de Kruskal Wallis, el p-valor dio mayor a 0,05. Sin embargo, si se observa la vegetación natural: *Juncus sp.* y *Oxychloe sp.*, las letras son iguales es decir que no son significativamente diferentes. Mientras que la CE de la rosa mosqueta sí muestra diferencias significativas con las otras dos especies.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Vegetación	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
CE	junco	6	82.08	28.58	89.30	8.44	0.0147
CE	pasto	18	62.57	30.20	58.20		
CE	Rosa M	6	32.40	16.40	30.75		

Trat.	Ranks	
Rosa M	7.17	A
pasto	16.22	B
junco	21.67	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

C) Comparación entre rosa mosqueta y vegetación natural unificada

i) Estadística descriptiva

En la siguiente comparación se unificó *Juncus sp.* y *Oxychloe sp.* Se vuelve a confirmar a partir de la tabla N° 5 lo que se viene repitiendo en las tablas anteriormente citadas; la rosa mosqueta tiene un valor menor de conductividad estomática que la vegetación natural. Lo mismo nos dice el diagrama de caja N°3.

Tabla N°5: Medidas resumen de la conductividad estomática comparando la vegetación natural con la rosa mosqueta.

CE (mmol/m ² . s)		
Medidas resumen	Vegetación	
	Natural unificada	Rosa mosqueta
Media	67.45	32.40
D.E	30.43	16.40
Min	19.60	12.30
Max	145.40	57.80

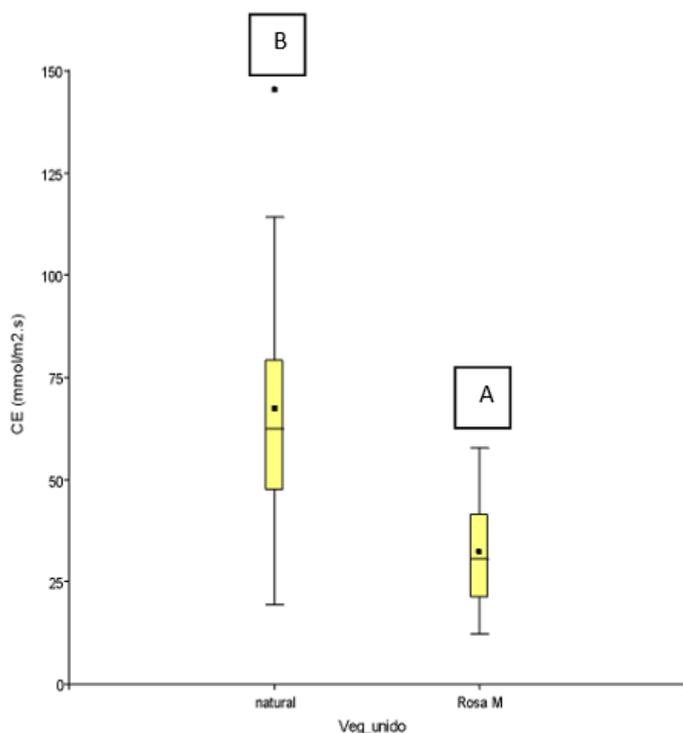


Diagrama N°3: Conductividad estomática comparando la vegetación natural con la rosa mosqueta.

ii) Estadística inferencial

Al realizar el análisis inferencial, la Prueba de Kruskal Wallis confirma con un p-valor menor a 0,05 que los tratamientos son significativamente diferentes.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Veg unido	N	Medias D.E.	Medianas	H	p
CE	natural	24	67.45 30.43	62.60	6.72	0.0095
CE	Rosa M	6	32.40 16.40	30.75		

Trat.	Ranks
Rosa M	7.17 A
natural	17.58 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

D) Comparación entre estado de invasión y vegetación muestreada: rosa mosqueta y vegetación natural unificada

i) Estadística descriptiva

En este caso se analizaron dos factores en conjunto, por un lado, la vegetación unificada: natural vs rosa mosqueta, y por el otro el estado de invasión: con y sin invasión. Se muestra en la tabla N°6, que la conductividad estomática de la vegetación natural en sitios no invadidos es mucho mayor que la CE de la vegetación natural en sitios invadidos. Mientras que en los sitios invadidos la CE tanto en la rosa mosqueta como en la vegetación natural tiene valores muy similares.

Al hacer la prueba de Kruskal Wallis se confirma lo mencionado anteriormente, ya que existen diferencias significativas sólo entre los sitios invadidos y no invadidos, pero dentro de los sitios invadidos la vegetación natural y la rosa mosqueta no poseen diferencias significativas.

Tabla N°6: Medidas resumen de la conductividad estomática según el tipo de vegetación unificada y estado de invasión.

CE (mmol/m ² . s)			
Medidas resumen	Estado de invasión-Vegetación		
	SI- Natural unificada	CI - Natural unificada	CI- Rosa mosqueta
Media	77.88	36.17	32.40
D.E	26.78	15.98	16.40
Min	46.50	19.60	12.30
Max	145.40	57.10	57.80

i) Estadística inferencial

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Inv	Veg unido	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
CE	0		21	72.22	29.09	67.20	11.68	0.0029
CE	1		3	34.07	16.61	30.40		
CE	2		6	32.40	16.40	30.75		

Trat.	Ranks
1	7.00 A
2	7.17 A
0	19.10 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

0: sin invasión y natural
1: con Invasión y natural
2: con Invasión y RM

E) Comparación entre estado de invasión y vegetación muestreada: rosa mosqueta y vegetación natural discriminada

i) Estadística descriptiva

La tabla N°7 evidencia que la presencia de *Juncus sp.* no genera diferencias a pesar de que en el análisis del punto b (véase tabla N°4), el valor de la CE de este dio mucho mayor que las demás especies. En este caso los resultados son similares al punto anterior, tabla N°6, donde no se discriminó la vegetación. Según la prueba de Kruskal Wallis, entre los tratamiento 0 – 1 y 2 - 3 no hay diferencias significativas, mientras que si existen diferencias significativas entre sitios con invasión y sitios sin invasión.

Tabla N°7: Comparación de la Conductividad estomática según el tipo de vegetación unificada y estado de invasión.

CE (mmol/m ² .s)				
Medidas resumen	Estado de invasión-Vegetación			
	SI- <i>Juncus sp.</i>	SI - <i>Oxychloe sp.</i>	CI - <i>Oxychloe sp.</i>	CI - Rosa mosqueta
Media	82.08	75.78	36.17	32.40
D.E	28.58	26.88	15.98	16.40
Min	47.30	46.50	19.60	12.30
Max	114.40	145.40	57.10	57.80

ii) Estadística inferencial

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Inv veg disc	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
CE	0	6	82.08	28.58	89.30	16.29	0.0010
CE	1	12	75.78	26.88	71.95		
CE	2	6	36.17	15.98	34.20		
CE	3	6	32.40	16.40	30.75		

Trat.	Ranks
3	7.17 A
2	8.00 A
1	20.33 B
0	21.67 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

0: sin Invasión y junco
1: sin Invasión y Oxichloe sp
2: con Invasión y Oxichloe sp
3: con Invasión y RM

2. Conductividad estomática a escala de humedal

En la sección 1 los resultados obtenidos mostraron que la CE de la vegetación natural en humedales no invadidos alcanzó mayores valores que los de la rosa mosqueta. Sin embargo, estos resultados preliminares se realizaron sin tener en cuenta los m^2 de área foliar que ocupa cada especie y que realmente evapotranspiran.

Por lo tanto, a continuación, se extrapolan los valores de CE a la unidad de humedal usando el área foliar, proporcionando nuevos resultados (ver anexo 2).

Análisis de la conductividad estomática para cada humedal

En la tabla N°8 por una lado se presentan, los valores de superficie total de cada humedal en m^2 (ST), luego se muestran los valores de superficie y área foliar en m^2 que ocupa la vegetación natural unificada y la rosa mosqueta, a partir de los cuales se obtiene la relación entre el área foliar y la superficie. Por otro lado, se presentan los resultados de conductividad estomática total (mmol/s) y CE total por m^2 que ocupa la vegetación natural unificada y la rosa mosqueta en cada humedal.

A partir de la tabla N° 8, se puede observar que, al llevar a cabo la relación entre las variables, área foliar y superficie, la relación de la vegetación natural es menor a uno en todos los humedales, mientras que, en los humedales invadidos como La Capilla, el área foliar de la rosa mosqueta es 1,8 veces mayor y en el humedal Agua de puma es 3,8 veces mayor que la superficie cubierta.

Analizando la última columna de CE (mmol/ $m^2 \cdot s$), se observa que en los humedales invadidos (Agua de puma y La Capilla) la CE de la vegetación natural disminuye notablemente comparado con la vegetación natural en los humedales sin invadir. Esto corrobora lo analizado en las tablas N°6 y N°7 de la sección 4.1 donde se observaron resultados similares.

Tabla N° 8: Obtención de la conductividad estomática total por m² de superficie ocupada por rosa mosqueta y vegetación natural para cada humedal muestreado.

Humedal	ST (m ²)	Superficie (m ²)		Área foliar (m ²)		Área foliar/ Superficie		CE TOTAL (mmol/s)		CE total/ superficie (mmol/m ² . s)	
		RM	VN	RM	VN	RM	VN	RM	VN	RM	VN
Clementillo Sur	1569	-	1424	-	1226,4 1	-	0,8 6	-	127812,58	-	89,76
Clementillo Norte	5171	-	5031, 4	-	4333,2 7	-	0,86	-	298345,32	-	59,30
Tres Quebradas Norte	507	-	507	-	436,65	-	0,86	-	28877,18	-	56,96
Tres Quebradas Sur	822	-	822	-	707,94	-	0,86	-	38936,86	-	47,37
La capilla	310	280	30	492,78	25,84	1,8	0,86	9510,72	880,19	33,97	29,34
Agua del puma	1443	1251,5	191,5	4773,83	164,92	3,8	0,86	217209,18	6310,93	173,56	32,96

Análisis de la conductividad estomática para la vegetación natural unificada vs la rosa mosqueta.

Para finalizar esta sección, se presentan los resultados obtenidos de la CE (mmol/m². s) comparando la rosa mosqueta y la vegetación natural unificada.

En la tabla N° 9 se analizaron tres variables, por un lado, la superficie total ocupada, la CE total (mmol/s) y la CE por m². Tanto para la superficie (m²) como la CE total (mmol/s) los valores de la VN son mayores que los de la RM esto es así debido a que se muestrearon 4 humedales sin invasión y 2 con invasión, tal como se explicó en el apartado 3.2.

Sin embargo, si se observa la última columna se demuestra que la CE de la rosa mosqueta por m² es dos veces mayor que la de la vegetación natural unificada. Por lo que, al tener en

cuenta el área foliar, la rosa mosqueta elimina mayor cantidad de vapor de agua por sus estomas por m² de superficie que la vegetación natural de un humedal. Esto significa que evapotranspira más y por lo tanto consume mayor cantidad de agua.

Tabla N°9: Obtención de la conductividad estomática por m² de humedal para la rosa mosqueta y la vegetación natural.

Vegetación unificada	Superficie total (m ²)	CE total (mmol/s)	CE (mmol/m ² . s)
Rosa mosqueta	1531,5	226719,90	148,04
Natural	8005,9	501163,06	62,60

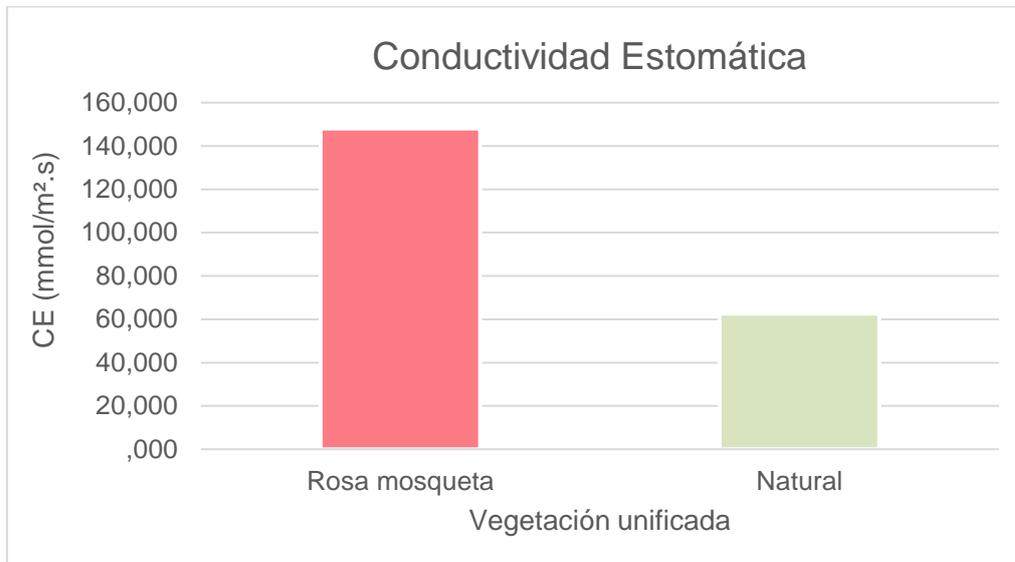


Figura N° 17: Conductividad estomática según la vegetación natural vs rosa mosqueta por m² de humedal.

3. Balance hídrico

A continuación, en la tabla N°10 se muestran los valores de cada componente de la ecuación de balance hídrico en distintas unidades por humedal y se muestran los resultados de precipitación a partir del mapa BIO 12 (Fick y Hijmans, 2017), primero para toda la RNV (véase figura N° 17) y luego para cada humedal en particular (véase figura N°18).

Tabla N°10: Datos iniciales para la estimación del balance hídrico. Precipitación (mm), conductividad estomática (mmol/s) y caudal de entrada y salida (ml/s).

Humedal	Precipitación (mm)	CE (mmol/s)	Escurrentía superficial	
			Caudal de entrada (ml/s)	Caudal de salida (ml/s)
Clementillo Sur	140	127812,58	52,67	5,53
Clementillo Norte	140	298345,32	47,60	38,96
Tres quebradas Norte	140	28877,18	31,26	4,90
Tres quebradas Sur	140	38936,86	56,75	8,28
La capilla	148	10390,91	1090,37	1273,87
Agua del puma	150	223520,11	418,60	650,39

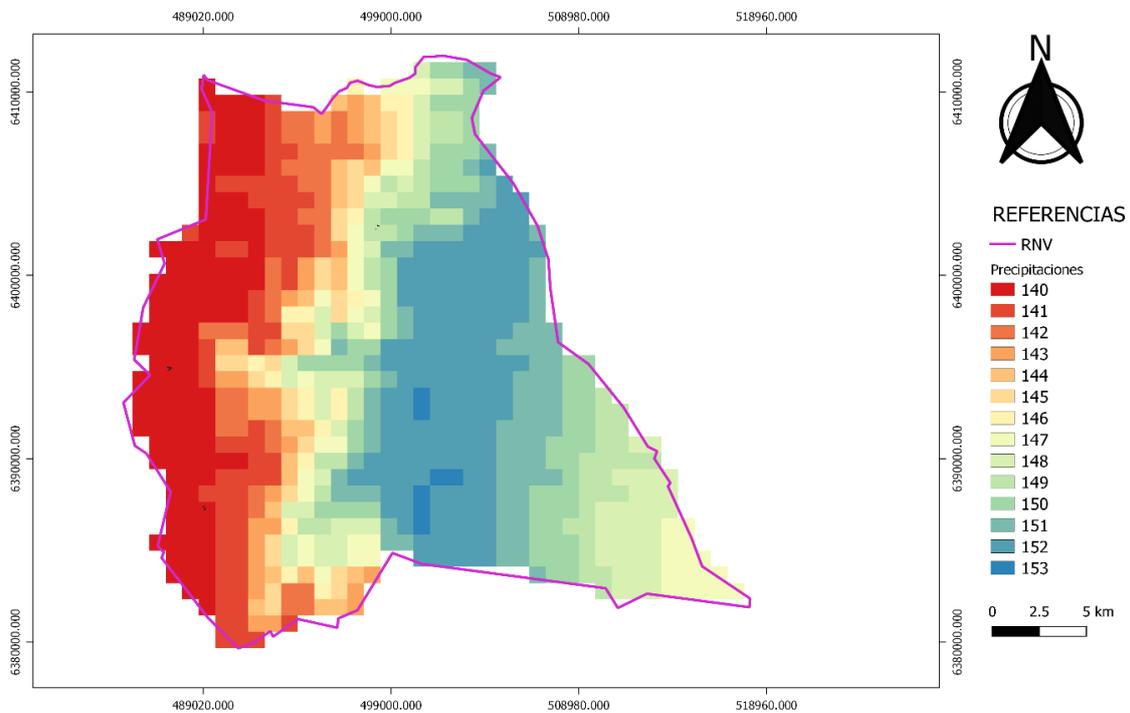


Figura N°18: Mapa de precipitación anual (mm) RNV. SRC UTM 19S WGS 84. Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa BIO 12 (Fick y Hijmans, 2017)

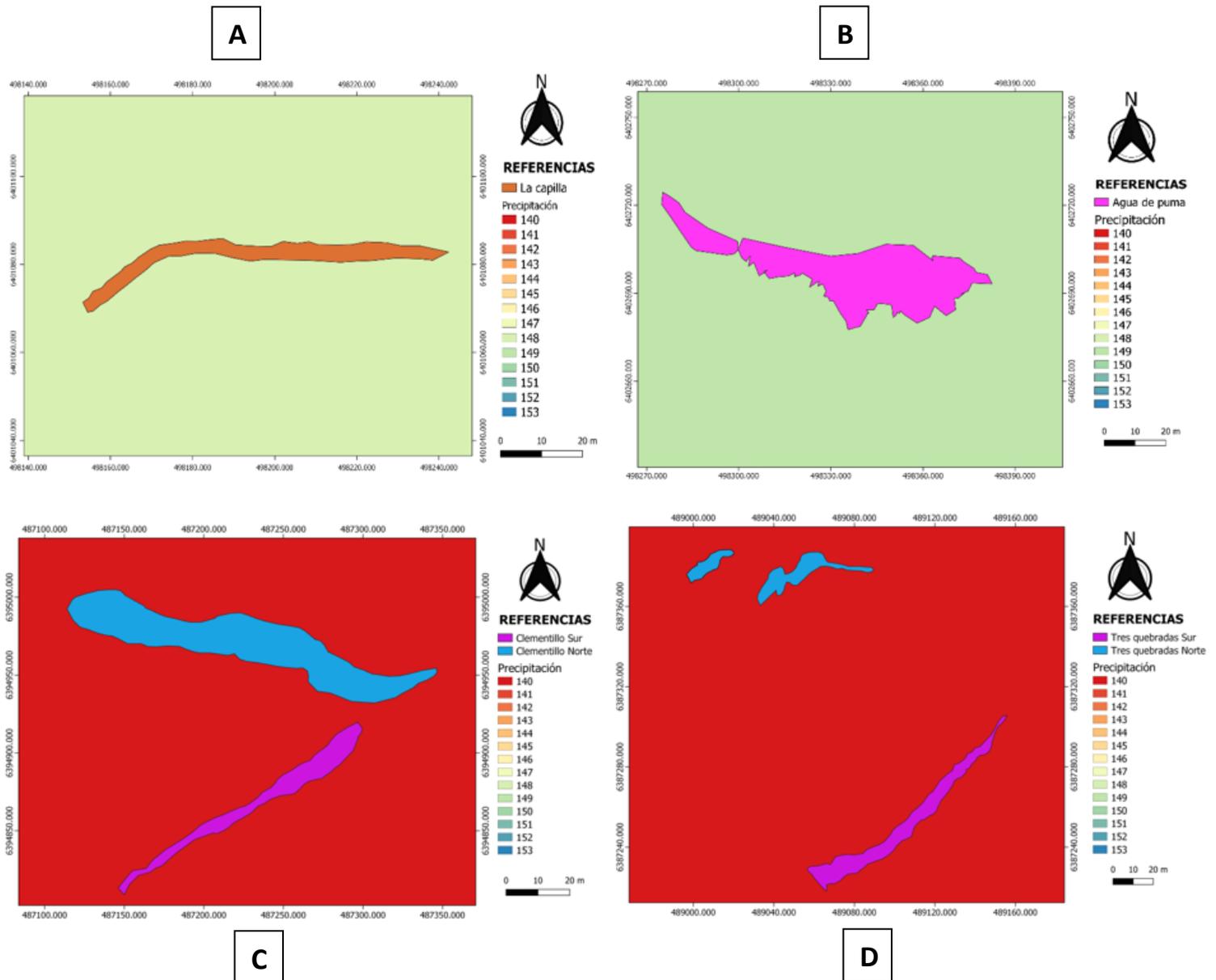


Figura N° 19: Mapas de precipitación mm/anual para los humedales muestreados de la RNV. A: La capilla, B: Agua de puma ,C: Clementillo sur (violeta), Clementillo norte (azul). D: Tres quebradas norte (azul) y Tres quebradas sur (violeta). Fuente: Mapa Bio 12 elaboración propia QGIS.

En la tabla N° 11 se muestran los valores de los componentes de la ecuación de balance hidrológico para cada humedal muestreado en las mismas unidades: ml/s (Ver anexo 3 y 4). Al comparar los valores de entrada vs los de salida, se puede observar que la evapotranspiración estimada fue el componente que mayor valor dio.

Tabla N° 11: Valor de la precipitación, conductividad estomática, caudal de entrada y salida en ml/s luego del pasaje de unidades.

COMPONENTES DEL BALANCE HÍDRICO				
Humedal	Precipitación (ml/s)	Evapotranspiración (ml/s)	Escorrentía superficial	
			Caudal de entrada (ml/s)	Caudal de salida (ml/s)
Clementillo Sur	6,97	2303,18	52,67	5,53
Clementillo Norte	22,96	5376,18	47,60	38,96
Tres quebradas Norte	2,25	520,37	31,26	4,90
Tres quebradas Sur	3,65	701,64	56,75	8,28
La capilla	1,45	187,24	1090,37	1273,87
Agua de puma	6,86	4027,83	418,60	650,39

De este modo, se puede observar en la tabla N° 12, en donde a partir de los datos de la tabla N° 11 se llevó a cabo la ecuación de balance hidrológico, que en todos los humedales el resultado del balance hídrico por m² fue negativo, es decir que son mayores las salidas de agua que las entradas. Esto es así, puesto que como se mostró en la tabla N°11 la evapotranspiración estimada, principal componente de salida de un humedal, tiene valores muy altos comparado con los demás elementos.

Analizando cada humedal por separado, se presenta que el humedal que arrojó el valor más negativo fue Agua de puma, luego sigue Clementillo sur y en tercer lugar La capilla. Aunque Clementillo sur se encuentre sin presencia de rosa mosqueta, cabe destacar que, de los tres humedales con valores más negativos, dos son de la categoría con invasión

Tabla N° 12: Resultados de la ecuación de balance hidrológico.

Humedal	Balance hídrico (ml/s)	Superficie humedal (m ²)	Balance hídrico/m ²
Clementillo Sur	-2249,07	1569	-1,43
Clementillo Norte	-5344,59	5171	-1,03
Tres quebradas Norte	-491,76	507	-0,97
Tres quebradas Sur	-649,52	822	-0,79
La capilla	-369,28	310	-1,19
Agua de puma	-4252,75	1443	-2,95

Por último, se llevó a cabo el análisis de balance hídrico para los dos estados de invasión de los humedales: sin invasión y con invasión (tabla N° 13 y figura N° 19). Se observa que para ambos escenarios el balance hídrico/m² dio valores negativos, sin embargo, la situación con invasión resultó ser mucho más negativa, en este caso el doble que la situación sin invasión.

Tabla N°13: Resultados del balance hídrico por m² de humedal sin invasión y con invasión de rosa mosqueta.

Estado de invasión	Balance hídrico/m ²
Sin invasión	-1,06
Con invasión	-2,07

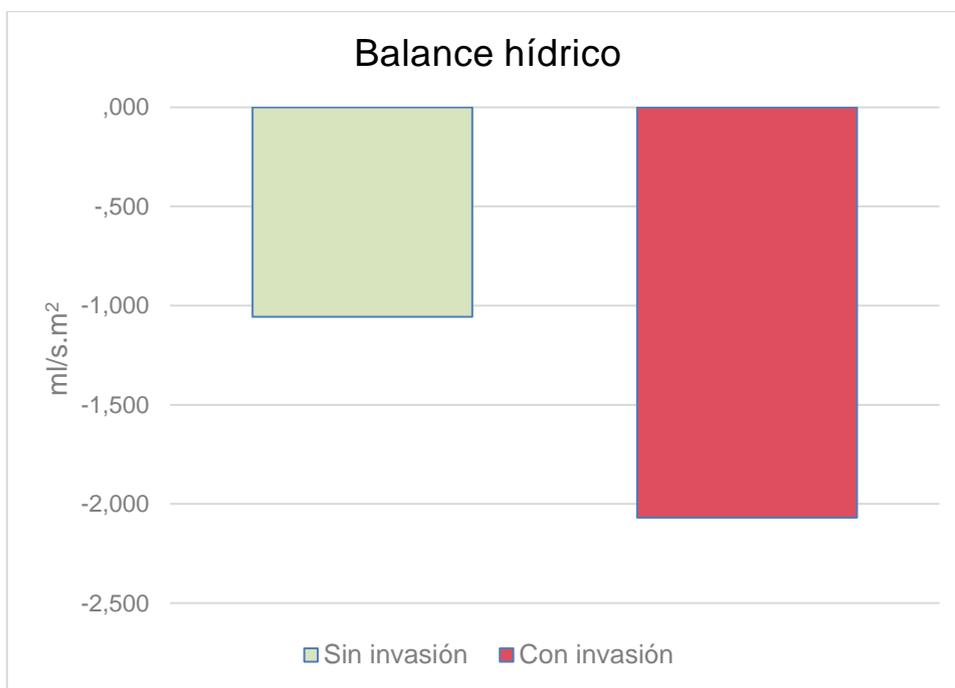


Figura N°20: Resultados del balance hídrico para la situación con invasión (rojo) vs sin invasión (verde) por m² de humedal.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las especies exóticas invasoras están alterando grandes extensiones de la superficie terrestre y son consideradas, según la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005) como uno de los “promotores directos más importantes de cambio en los ecosistemas”. Una invasión exitosa se relaciona con la capacidad de las especies alóctonas en capturar y retener más recursos y de utilizarlos con mayor eficiencia, resultando en grandes tasas de crecimiento por lo que logran superar y reemplazar a las especies nativas (Tecco *et al.*, 2013). Esto tiene impactos negativos en los servicios ecológicos y económicos de los ecosistemas al reducir la heterogeneidad del paisaje y la biodiversidad de estos (Cavaleri & Sack, 2010).

La rosa mosqueta (*Rosa rubiginosa* y *Rosa canina*) es la especie exótica invasora de mayor relevancia en la RNV, ya que invade de manera sostenida importantes zonas de conservación como son los humedales (Plan de Gestión RNV, 2018). La característica esencial de los humedales es la presencia de agua permanente o semipermanente por lo que, cambios en la dinámica del recurso hídrico afecta los procesos ecológicos que se dan en los mismos y por ende los beneficios y servicios que ofrecen (Kandus *et al.*, 2011). Sin embargo, son varios autores (Cavaleri & Sack, 2010; Mazzolari, 2017; Zimmermann, 2012) los que indican que se sabe muy poco acerca de los impactos de las especies exóticas invasoras arbustivas en los procesos ecológicos.

En línea con esta idea, en el presente trabajo se confirmó la hipótesis de que la rosa mosqueta (*Rosa rubiginosa* y *R. canina*) consume mayor cantidad de agua que la vegetación herbácea nativa y como resultado perjudica el balance hídrico superficial de los humedales de la Reserva Natural y Sitio Ramsar Villavicencio.

Al realizar el muestreo en los distintos humedales se comprobó cómo la rosa mosqueta forma matorrales monoespecíficos que impiden totalmente el paso por el humedal y donde salvo en una pequeña superficie ya no hay presencia ni de *Juncus sp* ni de *Oxychloe sp.*, especie predominante de los humedales no invadidos. Se puede destacar del análisis realizado que la presencia de rosa mosqueta, ya sea invadiendo total o parcialmente un humedal, afecta la evapotranspiración de otra especie. En este caso la CE de *Oxychloe sp.* se iguala estadísticamente con la de la rosa mosqueta en los sitios invadidos. Provocando cambios en el funcionamiento normal de las plantas características del área estudiada. Esta observación coincide con estudios que explican que las especies exóticas, desplazan a las especies nativas alterando la estructura y procesos de los ecosistemas que invaden (Mooney & Drake, 1986), siendo la segunda causa de pérdida de biodiversidad, después de la destrucción de hábitats (Sans *et al.*, 2008).

Damascos y Gallopin (1992) analizaron el efecto de la invasión de la rosa mosqueta en las comunidades vegetales de la región andino-patagónica de Argentina, concluyendo que, en estadios avanzados de invasión donde forma matorrales impenetrables, esta especie modifica la estructura de las comunidades y reduce el número de especies nativas. Esto también fue observado por Zimmermann *et al.*, (2012), quienes analizaron poblaciones de *Rosa rubiginosa* nativa y exóticas en su lugar de origen y en áreas donde es invasora y alertan sobre los efectos que genera la rosa mosqueta en los ecosistemas que invade. Mazzolari (2017), quien realizó un análisis de los factores que contribuyen a la invasión de rosa mosqueta (*Rosa canina* y *R. rubiginosa*) en Mendoza concluye que, la invasión de esta especie se establece en extensas áreas, produce manchones monoespecíficos que no permiten el uso recreativo, y restringe la llegada a cursos de agua, además de afectar la biodiversidad al desplazar a las especies nativas. Un caso estudiado es el del Kakady National Park, en Australia, donde grandes extensiones de humedales fueron invadidas por *Mimosa pigra*, un arbusto americano-africano, convirtiendo los humedales dominados por juncos y pastos en grandes arbustales (Braithwaite *et al.*, 1989).

Los resultados de la conductividad estomática mostraron que: a nivel de humedal, los sitios no invadidos tuvieron mayor conductividad estomática que los sitios invadidos, esto concuerda al analizar las especies vegetales, ya que los valores de conductividad estomática de las especies autóctonas fueron más del doble que los de la rosa mosqueta en la situación de no invasión. Sin embargo, si se observan los resultados de la conductividad estomática de *Oxychloe sp.* en los humedales invadidos el valor disminuye notablemente, asemejándose al de la rosa mosqueta.

La conductividad estomática, además de estar condicionada por cuestiones de la especie, está influenciada por cuestiones climáticas (Ordoñez, 2011). Zimmermann *et al.*, (2012) explica que, por lo general, los arbustos exóticos tienen un fuerte impacto en la comunidad receptora al formar matorrales densos, lo que hace sombra a las especies nativas. Puede suponerse que la rosa mosqueta que se encuentra alrededor de la vegetación natural genere un microclima diferente disminuyendo la CE de la vegetación natural. Otro aspecto que considerar es la disminución de la influencia del viento en la evapotranspiración de la vegetación natural en aquellos humedales invadidos por rosa mosqueta.

Luego, para estimar la evapotranspiración y poder comparar, se calculó la conductividad estomática según el área foliar que ocupa la rosa mosqueta en los humedales invadidos, así como también para la vegetación nativa predominante (*Oxychloe sp.*).

Los resultados obtenidos al analizar el área foliar muestran que la rosa mosqueta tiene mayor área foliar que la vegetación nativa. También se llevó a cabo la relación entre área foliar y superficie y los valores de la vegetación nativa en todos los humedales fue menor a 1 mientras que los valores de rosa mosqueta fueron mayores a 1. Estos resultados coinciden con estudios de Budny & Benschoter, (2016), quienes describen que al existir entre arbustos y herbáceas diferencias ecofisiológicas, cambios en la cobertura del suelo afectan la dinámica de los humedales. En comparación con las hojas largas y de mayor espesor de *Oxychloe sp.*, las hojas anchas y delgadas de rosa mosqueta tienen mayor superficie foliar con mayor potencial para la pérdida de agua por transpiración. Los resultados concuerdan con lo descrito por Mazzolari (2017), quien al comparar ambas especies de rosa mosqueta (*R. rubiginosa* y *R. canina*) con arbustos nativos concluyó que la rosa mosqueta posee una combinación de plantas más altas, hojas más grandes, con mayor índice de área foliar específica y más finas.

Es importante destacar que la superficie de rosa mosqueta muestreada fue menor que la vegetación nativa, sin embargo, la conductividad estomática de la misma dio el doble que la de la *Oxychloe sp.* Esto demuestra que, al utilizar los valores de área foliar y ser estos mayores que la vegetación nativa, la rosa mosqueta evapotranspira más y por ende consume mayor cantidad de agua. Los resultados aquí obtenidos coinciden con el metaanálisis realizado por Cavaleri y Sack (2010) quienes encontraron que la transpiración por unidad de superficie terrestre tendía a ser mayor en los ecosistemas dominados por invasoras. Otro trabajo realizado en humedales por Budny y Benschoter, (2016) mostró que el reemplazo de gramíneas por arbustos invasores aumenta la pérdida de agua por transpiración al tener el doble de área foliar y raíces más profundas. Similar es el caso que explican Castro *et al.*, (2008) en donde se estima que la invasión por árboles exóticos en los fynbos sudafricanos, arbustales, puede incrementar la biomasa aérea resultando en un radical aumento del consumo de agua por transpiración y, por ende, la reducción de la proporción de agua.

Los resultados obtenidos a partir de la ecuación de balance hidrológico arrojaron que el valor de este mismo en todos los humedales fue negativo, puesto que la evapotranspiración, componente de salida, resultó ser mayor que el resto de los componentes de la ecuación. Sin embargo, al analizar el balance hídrico por m² en los humedales invadidos vs los humedales no invadidos los resultados arrojaron que el balance hídrico en los humedales invadidos fue dos veces mayor que en los humedales no invadidos.



Estos resultados concuerdan con lo estudiado por Mooney (2005) y Walker & Smith (1997), quienes explican que una especie exótica invasora puede alterar profundamente el equilibrio hídrico de un ecosistema, si tienen la capacidad de acceder a fuentes de agua que no están totalmente disponibles para la vegetación autóctona o que apenas la utilizaban. Al suceder esto su presencia puede aumentar la biomasa general y el área foliar del ecosistema, aumentando así la evapotranspiración a nivel del paisaje y, por lo tanto, resultando potencialmente en una disminución a largo plazo en el balance hídrico del sitio. Lo mismo describen Pejchar & Mooney (2009), quienes han estudiado que las EEI de plantas pueden cambiar fundamentalmente el balance de agua si tienen al menos una de las siguientes características en comparación con las especies nativas: (1) raíces más profundas; (2) mayores tasas de evapotranspiración; o (3) mayor biomasa. Castro *et al.*, (2008) al analizar los diferentes impactos que provocan las especies exóticas invasoras en los ecosistemas, explican que, cuando la especie invasora posee distintas estrategias en el uso del agua que las nativas, la expansión de las invasoras puede llegar a causar consecuencias drásticas en el balance hídrico del ecosistema. En el Informe Técnico de la RNV (2015), donde se estudian los servicios ecosistémicos claves del Área Natural Protegida Villavicencio, se resalta que existen efectos de la invasión de rosa mosqueta en los humedales que no pueden observarse a simple vista y que son menos evidentes como: "la excesiva captación y consumo de agua subsuperficial por esta especie, y la alteración de los balances hídricos entre la escorrentía y el agua subterránea" (p. 12).

Luego de obtener los resultados y analizarlos se puede aceptar la hipótesis propuesta, ya que los mismos muestran que la estimación de la evapotranspiración de la rosa mosqueta (*Rosa rubiginosa* y *R. canina*) por m² de superficie fue considerablemente mayor que la de *Oxychloe sp.*, vegetación nativa predominante de los humedales. Esto se traduciría en un mayor consumo de agua por parte de ambas especies exóticas invasoras. Es así como, en la estimación del balance hídrico, sin considerar la fracción subsuperficial y en un momento determinado, los valores de salida de agua en humedales invadidos fueron el doble que en los humedales no invadidos. Esto demuestra que la rosa mosqueta perjudica el balance hídrico de los humedales.

Sin embargo, es importante recalcar que luego de leer varios estudios e investigaciones sobre especies exóticas invasoras es notable la falta de información y/o metodologías existentes sobre este tema en situaciones naturales donde hay muchas variables incontrolables. Debido a esto, es que la presente tesina es un primer paso que sienta bases cuantificables de los impactos en el recurso hídrico, que está generando la rosa mosqueta en los ambientes que invade. Por lo que se recomienda realizar las mediciones descritas de manera regular para poder abarcar la mayor cantidad de variables posibles: variación en el año de temperatura, humedad, vientos, precipitación y estadios fenológicos.

Por otro lado, me parece fundamental concluir que, durante la realización de la tesina pude corroborar mediante charlas con distintas personas la falta de información que existe en la sociedad sobre las especies exóticas invasoras y los impactos que generan, así como también sobre la existencia y función de los humedales. Específicamente la rosa mosqueta, como se explicó anteriormente, no se encuentra invadiendo solo la RNV, si no que está afectando grandes extensiones de la precordillera mendocina (Mazzolari, 2017), perjudicando a su paso las vegas y quebradas que todos utilizamos ya sea de manera turística, deportiva, recreativa, educativa entre otras. Por lo que a partir de las investigaciones desarrolladas en la RNV sería de gran conveniencia que gestores responsables de otras áreas en donde la rosa está invadiendo generarán propuestas de control de esta.

Por último, los humedales son ecosistemas claves al ser, según Quintana (2017), "islas de agua y alimento" en ambientes de marcada aridez como es la provincia de Mendoza. El agua es un recurso vital para la vida en la tierra y su correcta gestión y distribución es un desafío por alcanzar. Por lo que, una sociedad que conoce y es consciente del valor de sus



ecosistemas y de los servicios que estos ofrecen tiene el poder de exigir un adecuado control y cuidado de sus recursos naturales.



BIBLIOGRAFÍA

- Administración de Parques Nacionales (2007). *Lineamientos estratégicos para el manejo de especies exóticas en la APN*.
https://sib.gob.ar/archivos/version_final_Lineamientos.pdf
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. y Smith, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo, Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje, (56), 1-322.
- Álvarez Malvido, M., Lázaro, C., De Lamo, X., Juffe-Bignoli, D., Cao, R., Bueno, P., Sofrony, C., Maretti, C. y Guerra, F. (Eds). (2020). Informe Planeta Protegido 2020: Latinoamérica y el Caribe.
- Benzaquen, L., Kandus, P., Lingua, G., Minotti, P. y Quintana, R. (Eds). (2017). Regiones de Humedales de la Argentina. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Fundación Humedales/Wetlands International.
- Braithwaite, R. W., Lonsdale, W. M. & Estbergs, J. A. (1989). Alien Vegetation and Native Biota in Tropical Australia: The Impact of *Mimosa pigra*. *Biological Conservation* 48,189-210.
- Budny, M. & Benschoter, B. (2016). Shrub Encroachment Increases Transpiration Water Loss from a Subtropical Wetland. *Wetlands*.
- Calvo M.A., Pozo Torrez V.L., Rojas García, M.F. y A. Lillo Zenteno. (s/f). Protección de humedales (vegas y bofedales) en el Norte de Chile.
<http://www.cartografia.cl/download/mariaalegria.pdf>
- Cameroni, G. (2013). Ficha Técnica de Rosa Mosqueta. Subsecretaría de Agregado de Valor y Nuevas Tecnologías Argentina: 1-8.
- Capitanelli, R. G. (1967). Climatología de Mendoza. *Boletín de Estudios Geográficos*, 14(54-57), 1-441.
- Castro, P., Alonso, A., Santamaría, L. y Godoy, O. (2008). Las especies invasoras modifican las propiedades de los ecosistemas. En M. Vilà, F. Valladares, A. Traveset, L. Santamaría, P. Castro (Eds.), *Invasiones biológicas* (pp. 117-128).
- Cavaleri, M. A. & Sack, L. (2010). Comparative water use of native and invasive plants at multiple scales: a global meta-analysis. *Ecology*, 91(9), 2705–2715.
- Convención Ramsar. (2002a). Especies invasoras y humedales. Humedales: agua, vida y cultura 8ª. Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes, resolución VIII.18.
- Convención Ramsar. (2002b). Los humedales altoandinos como ecosistemas estratégicos. Humedales: agua, vida y cultura 8ª. Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes, resolución VIII.39.
- Convención Ramsar. (2015). *La convención de Ramsar: ¿de qué se trata?* (Ficha informativa 6). Convención sobre los humedales Ramsar.
https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/fs_6_ramsar_convention_sp_0.pdf



- Convención Ramsar. (2018). *Perspectiva mundial sobre los humedales: Estado de los humedales del mundo y sus servicios a las personas*. Secretaría de la Convención de Ramsar.
- Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). (1992). <https://www.un.org/es/observances/biodiversity-day/convention>.
- Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). (2010). Decisión X/2: El Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica. Decisión adoptada por la conferencia de las partes en el convenio sobre la diversidad biológica en su décima reunión. Consultada en <https://www.cbd.int/sp/default.shtml>.
- Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). (2021). Primer proyecto del marco mundial de la diversidad biológica posterior a 2020.
- Costa Calheiro, H., Gomes, M. y Anco Estrella, P. (2014). Calidad de las aguas meteorológicas en la ciudad de Itajubá, Minas Gerais, Brasil. *Ambiente. Água* 9(2), 336-346.
- Dacar, M. A., Dalmaso, A. D., Bobadilla, S. Y. y Cuevas, M. F. (2019). Rol del ganado doméstico en el establecimiento de la especie invasora rosa mosqueta (*Rosa rubiginosa* L.) en los Andes áridos, Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 26(2), 331-339.
- Damascos, M. y Gallopin, G. (1992). Ecología de un arbusto introducido (*Rosa rubiginosa* L. *Rosa eglanteria* L.): riesgo de invasión y efectos en las comunidades vegetales de la región andino-patagónica de Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural*, 65, 395-407.
- Damascos, M., Ladio, A., Rovere, A. y Ghermandi, L. (2005). Semillas de rosa mosqueta: dispersión y germinación en diferentes bosques nativos andino-patagónicos. *Patagonia Forestal*, 4, 2-6.
- Damascos, M.A. y Bran, D. (2006) *Rosa canina* (Rosaceae) nueva cita para la flora de Argentina. *Hickenia* 3, 285–288.
- Davidson, N.C. (2014). How much wetland has the world lost? Longterm and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research*, 65(10), 934-941.
- Davidson, N.C., Fluet-Chouinard, E. & Finlayson, C.M. (2018). Global extent and distribution of wetlands: trends and issues. *Marine and Freshwater Research*, 69, 620–627
- Dawson, T. P., Berry, P. M. & Kampa, E. (2003). Climate change impacts on freshwater wetland habitats. *Journal for Nature Conservation*, 11(1), 25–30.
- De Fina, A. (1992). Aptitud Agroclimática de la Argentina. *Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria*. INTA.
- Dixon, M.J.R., Loh, J., Davidson, N.C. & Walpole, M.J. (2016). Tracking global change in ecosystem area: The Wetland Extent Trends Index. *Biological Conservation*, 193, 27-35.
- Dudley, N. (Editor) (2008). Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. UICN.
- Duque, J. (2018). Contribuciones de las áreas protegidas a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Proyecto IAPA – Visión Amazónica. <https://www.portalces.org/biblioteca/contribucion-de-las-areas-protegidas-objetivos-dedesarrollo-sostenible>



- Easlon, H. M. & Bloom, A. J. (2014). Easy Leaf Area: Automated digital image analysis for rapid and accurate measurement of leaf area. *Applications in Plant Sciences*, 2(7), 1-4.
- Ehrenfeld JG (2003) Effects of exotic plant invasions on soil nutrient cycling processes. *Ecosystems* 6, 503–523.
- Ehrenfeld JG (2010) Ecosystem Consequences of Biological Invasions. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematic*, 41, 59–80.
- Espinoza, T., Valencia, E., Quevedo, R. & Díaz, O. (2016). Physical and chemical properties importance of Rose hip (*R. canina*, *R. rubiginosa*): a review. *Scientia Agropecuaria*, 7(1), 67–78.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. (2005). *Los Ecosistemas y el Bienestar Humano: Humedales y Agua*. Informe de Síntesis World Resources Institute.
- FAO. (2016a). Resumen de la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales (FRA). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Fick, S. E & Hijmans, R. S. (2017). WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12), 4302-4315.
- Ficha Informativa Ramsar. (2018). Sitio núm. 2330, Reserva Natural Villavicencio, Argentina.
- Flores Asin, J. E. (2019). Tecnologías verdes en zonas áridas: Diseño y evaluación energético-ambiental de sistemas de vegetación de aplicación en cubiertas edilicias [Tesis doctoral]. Fac. de Ciencias Exactas. Univ. Nacional de Salta, Argentina.
- Gallien, L., Münkemüller, T., Albert, C. H., Boulangeat, I. & Thuille, W. (2010). Predicting potential distributions of invasive species: Where to go from here? *Diversity and Distributions*, 16, 331–342.
- García P. M. (2008). Manejo del riego: uso de instrumentos de medición de agua del suelo y del estado hídrico de los cultivos, presentación de casos de estudio incluso en riego deficitario. *Jornadas sobre "Ambiente y Riegos: Modernización y Ambientalidad"*, 1-18.
- Gilman, K. (1994) Water balance of wetland areas en T. Keane and E. Daly (Ed.). *The balance of water—present and future*. (pp. 123-142).
- Hallack-Alegría, M., Ramírez-Hernández, J., Lomelí-Banda, M., Gutiérrez-Moreno, J. M., Molina-Navarro, E. y Payan-Ramosa, J. C. (2015). Estimación del Balance Hidrológico en Humedales Construidos en Regiones Semiáridas. Caso de Estudio: Valle de las Palmas, México. En Quiroga, G., y González, L. J. (Eds.), *Ingeniería y Tecnología La labor investigadora e innovadora en México* (pp 119-135).
- Informe Técnico RNV. (2015). Servicios ecosistémicos claves en el Área Natural Protegida Villavicencio y su entorno regional: identificación, pautas para su estudio y monitoreo. Por: Dr. Cs Biol. J. M. Gonnet. Fundación Villavicencio.
- Informe Técnico RNV (2017). Análisis de riesgo de especies vegetales exóticas en la Reserva Natural Privada Villavicencio: información base para el manejo y prevención de invasiones biológicas Por A. Mazzolari. Fundación Villavicencio.
- Informe Técnico RNV (2018). *Rosa Mosqueta Reserva Natural Villavicencio Mendoza. Argentina: Índices de Vegetación*. Fundación Humedales.



- IPBES. (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (eds), 1-1148.
- Kandus, P., Minotti, P. y Malvárez, A.I. (2008). Distribution of wetlands in Argentina estimated from soil charts. *Acta Scientiarum*, 30 (4), 403-409.
- Kandus, P., Minotti, P. G., Oddi, J. P., Baigún, C., González Trilla, G. y Ceballos, D. (2010). Ecosistemas de humedal y una perspectiva hidrogeomórfica como marco para la valoración ecológica de sus bienes y servicios. *Valoración de Servicios Ecosistémicos. Conceptos, Herramientas y Aplicaciones Para El Ordenamiento Territorial*, 265–290.
- Kandus, P., Minotti, P., Fabricante, I. y Ramonell, C. (2017). Identificación y Delimitación de Regiones de Humedales de Argentina. En L. Benzaquen, D.E. Blanco, R. Bo, P. Kandus, G. Lingua, P. Minotti y R. Quintana. (Eds.), *Regiones de Humedales de Argentina* (pp. 31-48). Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales.
- Kandus, P. y Minotti, P. (2018). Vivir sin humedales. En M.E Abraham, R. D Quintana y G. Mataloni (Eds.), *Aguas + Humedales* (pp. 152- 173).
- Le Maitre, D.C. (2004). Predicting Invasive Species Impacts on Hydrological Processes: The Consequences of Plant Physiology for Landscape Processes. *Weed Technol* 18, 1408–1410.
- Llerena, C. A. (2003). *Servicios ambientales de las cuencas y producción de agua, conceptos, valoración, experiencias y sus posibilidades de aplicación en el Perú*. FAO Presentado en el Foro Regional sobre Sistemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA).
- Mack, R., Chair., Simberloff, D., Lonsdale, W., Evans, H., Clout, M. y Bazzaz, F. (2000). Invasiones Biológicas: Causas, Epidemiología, Consecuencias globales y Control. *Tópicos en Ecología* (5).
- Martin, V. (2016). Listado de especies de plantas invasoras en sudamérica descritas en este manual: Rosa rubiginosa L. En I. Herrera, E. Goncalves, A. Pauchard, R.O. Bustamante (Eds.), *Manual de plantas invasoras de Sudamérica* (pp. 84 -87).
- Mazzolari, A. C. (2017). Análisis de factores que contribuyen a la invasión de rosa mosqueta (Rosa canina y R. rubiginosa) en Mendoza. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Cuyo].
- Mazzolari, A., Comparatorea, V. y Bedmar, F. (2011). Control of the leaf blackberry invasion in a natural reserve in Argentina. *Journal for Nature Conservation* 19: 185-191.
- Méndez, E. (2007). La vegetación de los Altos Andes: II. Las vegas del Flanco Oriental del Cordón del Plata, Mendoza, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 42, 273-294.
- Mitchell, B.A., Stolton, S., Bezaury-Creel, J., Bingham, H.C., Cumming, T.L., Dudley, N., Fitzsimons, J.A., Malleret-King, D., Redford, K.H. y Solano, P. (2019). Directrices para áreas bajo protección privada. Serie Directrices sobre Buenas Prácticas en Áreas Protegidas. UICN.
- Mooney, H. A. & Drake, J.M. (1986). Ecology of Biological Invasions of North America and Hawaii. *Ecological Studies*, 58.
- Mooney, H. A. (2005). Invasive Alien Species: The Nature of the problem.



- Naciones Unidas. (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe.
- Ordoñez, J. J. (2011). *Cartilla técnica: Balance Hídrico Superficial*. Sociedad Geográfica de Lima.
- Pejchar, L. & Mooney, H. A. (2009). Invasive species, ecosystem services and human well-being. *Trends in Ecology and Evolution*, 24 (9), 497-504.
- Pino, V. E., Montalván, D. I., Vera, M. A, y Ramos, F. L. (2019). La conductancia estomática y su relación con la temperatura foliar y humedad del suelo en el cultivo del olivo (*Olea europaea* L.), en periodo de maduración de frutos, en zonas áridas. La Yarada, Tacna, Perú. *Idesia (Chile)*, 37(4), 55–64.
- Plan de Gestión Reserva Natural Villavicencio y Sitio Ramsar Tomo I: Conocimiento del Área. (2018). Fundación Villavicencio.
- Quintana, R. (2017) Prologo de la Fundación Humedales. En L. Benzaquen, D.E. Blanco, R. Bo, P. Kandus, G. Lingua, P. Minotti y R. Quintana. (Eds.), *Regiones de Humedales de Argentina* (pp 10 -11).
- Quintana, R. (2018). Humedales, biodiversidad y servicios ecosistémicos. ¿Hacia dónde vamos? En M.E Abraham, R. D Quintana y G, Mataloni (Eds.), *Aguas + Humedales* (pp. 174-192).
- Resolucion 1065 de 2000. [Dirección de Recursos Naturales Renovables Mendoza]. Aprobación del proyecto de Reserva Natural de Usos Múltiples. 14 de Noviembre de 2000.
- Resolucion 109 de 2021. [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]. Aprobación de la gestión integral de especies exóticas invasoras y potencialmente invasoras. 12 de Abril de 2021.
- Richardson, D. M., Pysek, P., Rejmánek, M., Barbour, B. G., Panetta, F. D. & West, C. J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and distributions*, 6(1), 93–107.
- Roig, C. y Roig, F. (2004). Consideraciones generales. Capítulo 1. En Blanco, D. E. y V. M. de la Balze (Eds.). *Los Turbales de la Patagonia: Bases para su inventario y la conservación de su biodiversidad* (pp. 5- 21). Wetlands International.
- Roig, F. y Martínez Carretero, E. (1998). La vegetación puneña en la provincia de Mendoza, Argentina. *Phytocoenologia* 28 (4), 565-608.
- Sala, O. E., Sala, Chapin III, F. S., Armesto, J. J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L. F., Jackson, R. B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D. M., Mooney, H. A., Oesterheld, M., Poff, N. L., Sykes, M. T., Walker, B. H., Walker, M. & Wall, D. H. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287(5459), 1770-1774
- Sans, X., Caño, L. y Green, A. J. (2008). Las especies invasoras reducen la diversidad de especies nativas y su integridad genética. En V. Montserrat, F. Valladares, A. Traveset, L. Santamaría. y P. Castro (eds). *Invasiones biológicas*.
- Sauceda-Acosta, C. P., González-Hernández, V. A., Sánchez-Soto, B. H., Sauceda-Acosta, R. H., Ramírez-Tobías, H.M. y Quintana-Quiroz, J. G. (2017). Macf-ij, método automatizado para medir color y área foliar mediante imágenes digitales. *Agrociencia* 51, 409-423.



Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y Aves Argentinas. (2017). Categorización de las Aves de la Argentina, según su estado de conservación.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (2018). Informe Nacional Ambiente y Áreas Protegidas 2008-2018.

Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos (SAREM). (2012). Libro Rojo de Mamíferos Amenazados de la Argentina. En R. A. Ojeda, V. Chillo y G. B. Diaz Isenrath (Ed).

Sosa, H. (2012). Relevamiento y determinación de los humedales de la Reserva privada Villavicencio, Mendoza, Argentina: Diagnóstico sobre el cumplimiento de los criterios de la Convención Ramsar como para ser considerado un Humedal de Importancia Internacional. Fundación Humedales.

Sosa, H. y Guevara, B. (2017). Subregión Vegas y Lagunas altoandinas. En L. Benzaquen, D.E. Blanco, R. Bo, P. Kandus, G. Lingua, P. Minotti y R. Quintana. (Eds.), *Regiones de Humedales de Argentinam* (pp. 83-92). Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales

Stolton, S., Redford K. H. y Dudley, N. (2014). *Áreas Bajo Protección Privada: Mirando al Futuro*. UICN

Tecco, P. A., Urcelay, C., Díaz, S., Cabido, M. & Pérez-Harguindeguy, N. (2013) Contrasting functional trait syndromes underlay woody alien success in the same ecosystem. *Austral Ecology*, 38, 443–451.

Theoharides, K. & Dukes, J. (2007). Plant invasion across space and time: factors affecting nonindigenous species success during four stages of invasion. *New Phytologist* 176: 256–273.

UNEP-WCMC y UICN. (2016). Protected Planet Report: Cómo las áreas protegidas contribuyen al logro de las metas globales de biodiversidad.

Valéry, L., Fritz, H., Lefeuvre, J. C., & Simberloff, D. (2008). In search of a real definition of the biological invasion phenomenon itself. *Biological Invasions*, 10(8), 1345–1351.

Vilà, M., Castro, P y Garcia-Bertho, E. (2008). ¿Qué son las invasiones biológicas? . En M. Vilà, F. Valladares, A. Traveset, L. Santamaría, P. Castro (coord.), *Invasiones biológicas* (pp. 21-28).

Walker, L. R. & Smith, J. O. (1997). Impacts of Invasive Plants on Community and Ecosystem Properties. En Luken et al., (eds.), *Assessment and Management of Plant Invasions*

Zimmermann, H., Ritz, C.M. & Hirsch, H. (2010) Highly reduced genetic diversity of *Rosa rubiginosa* L. Populations in the Invasive Range. *Int J Plant Sci* 171, 435–44.

Zimmermann, H., von Wehrden, H., Renison, D., Wesche, K., Welk, E., Damascos, M. & Hensen, I. (2012). Shrub management is the principal driver of differing population sizes between native and invasive populations of *Rosa rubiginosa* L. *Biological Invasions*.



ANEXOS

ANEXO 1

Tabla auxiliar N°1: Datos crudos de conductividad estomática ($\text{mmol/m}^2 \cdot \text{s}$) tomados mediante el porómetro. La primera columna muestra los 6 humedales muestreados, la segunda columna se dividió según la situación de invasión, 0: humedales no invadidos; 1: humedales invadidos, la tercera muestra la vegetación discriminada en: *Oxychloe sp.*, *Juncus sp.* y rosa mosqueta, en la cuarta se unificó *Juncus sp.* y *Oxychloe sp.* en vegetación natural, en la quinta se analizó la situación de invasión con la vegetación unificada siendo 0: sitio no invadido y vegetación natural; 1: sitio invadido y vegetación natural; 2: humedal invadido y rosa mosqueta y en la sexta columna se analizó la situación de invasión y vegetación discriminada siendo 0: *Juncus sp.* y sitio no invadido; 1: *Oxychloe sp.* y sitio no invadido; 2: *Oxychloe sp.* y sitio invadido; 3: rosa mosqueta y sitio invadido.



Sitio	Invasión	Vegetación	Veg Unido	Inv_Veg_unido	Inv_veg_disc	CE (mmol/m ² . s)
Clementillo sur	0	Oxychloe sp.	natural	0	1	145,4
Clementillo sur	0	Oxychloe sp.	natural	0	1	87,1
Clementillo sur	0	Oxychloe sp.	natural	0	1	99,8
Clementillo sur	0	Juncus sp.	natural	0	0	99,2
Clementillo sur	0	Juncus sp.	natural	0	0	114,4
Clementillo sur	0	Juncus sp.	natural	0	0	79,4
Clementillo norte	0	Oxychloe sp.	natural	0	1	59,3
Clementillo norte	0	Oxychloe sp.	natural	0	1	77,6
Clementillo norte	0	Oxychloe sp.	natural	0	1	76,7
Clementillo norte	0	Juncus sp.	natural	0	0	103,1
Clementillo norte	0	Juncus sp.	natural	0	0	49,1
Clementillo norte	0	Juncus sp.	natural	0	0	47,3
Tres quebradas norte	0	Oxychloe sp.	natural	0	1	67,2
Tres quebradas norte	0	Oxychloe sp.	natural	0	1	78,8
Tres quebradas norte	0	Oxychloe sp.	natural	0	1	52,4
Tres quebradas sur	0	Oxychloe sp.	natural	0	1	65,9
Tres quebradas sur	0	Oxychloe sp.	natural	0	1	46,5
Tres quebradas sur	0	Oxychloe sp.	natural	0	1	52,6
La Capilla	1	Oxychloe sp.	natural	1	2	52,2
La Capilla	1	Oxychloe sp.	natural	1	2	30,4
La Capilla	1	Oxychloe sp.	natural	1	2	19,6
La Capilla	1	Rosa M	Rosa M	2	3	24,4
La Capilla	1	Rosa M	Rosa M	2	3	21,2
La Capilla	1	Rosa M	Rosa M	2	3	12,3
Agua de puma	1	Oxychloe sp.	natural	1	2	38
Agua de puma	1	Oxychloe sp.	natural	1	2	57,1
Agua de puma	1	Oxychloe sp.	natural	1	2	19,7
Agua de puma	1	Rosa M	Rosa M	2	3	37,1
Agua de puma	1	Rosa M	Rosa M	2	3	57,8
Agua de puma	1	Rosa M	Rosa M	2	3	41,6

ANEXO 2

ROSA MOSQUETA

Tabla auxiliar N° 2: Cobertura promedio de un individuo de rosa mosqueta. Se midió el diámetro, luego se calculó el radio ($r = D/2$) y luego la superficie ($\text{Área} = \pi \times r^2$).

Individuos	Diámetro (m)	Radio (m)	Cobertura (m ²)	Cobertura media muestral (m ²)
1	1,5	0,75	1,8	1,5
2	1,4	0,7	1,5	
3	1,45	0,725	1,7	
4	1,3	0,65	1,3	
5	1,3	0,65	1,3	

Tabla auxiliar N° 3: Estimación del total de individuos de rosa mosqueta presentes en los humedales parcialmente invadidos.

Humedal	Cobertura media muestral	Superficie cubierta de RM (m ²)	N° total de individuos estimados de rosa mosqueta
La Capilla	1,5	280	187
Agua de puma		1251,5	834

Tabla auxiliar N°4: Obtención del área foliar de la rosa mosqueta para los humedales con invasión.

Humedal	N° de plantas	En una planta N° de ramas	En una rama N° de hojas	Área foliar de la rosa mosqueta					
				De cada muestra (cm ²)	Total muestra (cm ²)	Por rama (cm ²)	Por planta (cm ²)	Total (cm ²)	TOTAL (m ²)
La Capilla	187	21	65	14,96	116,04	1257,1	26399,1	4927832	492,78
				16,8					
				14,48					
				20,43					
				29,96					
19,41									
Agua de puma	834	37	103	15,98	87,09	1495,04	55316,6	47738281	4773,83
				15,22					
				11,62					
				11,96					
				14,36					
17,95									

Tabla auxiliar N° 5: Obtención de la conductividad estomática de la rosa mosqueta teniendo en cuenta el área foliar.

Humedal	Conductividad estomática de cada muestra (mmol/m ² . s)	Media (mmol/m ² . s)	Área foliar (m ²)	CE TOTAL (mmol/s)
La capilla	24,4	19,30	492,78	9510,72
	21,2			
	12,3			
Agua de puma	37,1	45,5	4773,83	217209,18
	57,8			
	41,6			

VEGETACIÓN NATIVA

Tabla auxiliar N °6: Obtención del área foliar de la vegetación nativa en humedales no invadidos y en humedales parcialmente invadidos por medio de un marco de superficie conocida de 15x15 cm.

Área foliar de cada muestra (cm ²)	Área foliar de cada muestra (m ²)	Media muestra (m ²)	Superficie de la muestra (m ²)	Humedal	Superficie vegetación natural (m ²)	Área foliar TOTAL (m ²)
249,3	0,025	0,019	0,0225	Clementillo sur	1424	1226,41
121,93	0,012			Clementillo norte	5031,4	4333,27
329,91	0,033			Tres quebradas norte	507	436,65
195,62	0,020			Tres quebradas sur	822	707,94
139,09	0,014			La capilla	30	25,84
126,83	0,013			Agua de puma	191,5	164,92

Tabla auxiliar N°7: Obtención de la conductividad estomática de la vegetación nativa teniendo en cuenta el área foliar.

Humedal	Vegetación	CE de cada muestra (mmol/m ² . s)	Media (mmol/m ² . s)	Media vegetación unificada (mmol/m ² . s)	Área foliar (m ²)	CE TOTAL (mmol/s)
Clementillo sur	<i>Oxychloe sp.</i>	145,4	110,77	104,22	1226,41	127812,58
		87,1				
		99,8				
	<i>Juncus sp.</i>	99,2	97,67			
		114,4				
		79,4				
Clementillo norte	<i>Oxychloe sp.</i>	59,3	71,2	68,85	4333,27	298345,32
		77,6				
		76,7				
	<i>Juncus sp.</i>	103,1	66,5			
		49,1				
		47,3				
Tres quebradas norte	<i>Oxychloe sp.</i>	67,2	66,13	-	436,65	28877,18
		78,8				
		52,4				
Tres quebradas sur	<i>Oxychloe sp.</i>	65,9	55	-	707,94	38936,86
		46,5				
		52,6				
La capilla	<i>Oxychloe sp.</i>	52,2	34,07	-	25,84	880,19
		30,4				
		19,6				
Agua de puma	<i>Oxychloe sp.</i>	38	38,27	-	164,92	6310,93
		57,1				
		19,7				

ANEXO 3

Tabla auxiliar N°8: Obtención del caudal de escorrentía superficial de entrada en ml/s para los humedales invadidos y no invadidos.

Humedal	Escorrentía superficial de entrada					
	N° entradas	Cantidad de agua por muestra (ml)	Tiempo (s)	Caudal (ml/s)	Media del caudal (ml/s)	Suma del caudal de entrada TOTAL (ml/s)
Clementillo sur	1	500	27,51	18,18	19,09	52,67
		600	28,11	21,34		
		600	33,83	17,74		
	2	550	20,38	26,99	33,58	
		550	15,11	36,40		
		550	14,72	37,36		
Clementillo norte	1	500	12,93	38,67	42,82	47,60
		550	11,96	45,99		
		550	12,56	43,79		
	2	450	86,89	5,18	4,78	
		250	60	4,17		
		300	60	5,00		
Tres quebradas norte	1	700	49,98	14,01	11,66	31,26
		850	90	9,44		
		600	52	11,54		
	2	650	37,04	17,55	19,60	
		550	37,17	14,80		
		300	11,34	26,46		
Tres quebradas sur	1	450	9,62	46,78	45,08	56,75
		425	11,44	37,15		
		450	8,77	51,31		
	2	250	17,63	14,18	11,67	
		200	27,74	7,21		
		175	12,84	13,63		
La capilla	1	3500	2,99	1.170,57	1.090,37	1.090,37
		3500	3,08	1.136,36		
		3500	3,63	964,19		
Agua de puma	1	700	1,61	434,78	418,60	418,60
		725	2,12	341,98		
		800	1,67	479,04		

Tabla N°9: Obtención del caudal de escorrentía superficial de salida en ml/s para los humedales invadidos y no invadidos

Humedal	Escorrentía superficial de salida				
	N° entradas	Cantidad de agua por muestra (ml)	Tiempo (s)	Caudal (ml/s)	Media del caudal de salida TOTAL (ml/s)
Clementillo sur	1	500	87,51	5,71	5,53
		500	93,77	5,33	
		600	108,5	5,53	
Clementillo norte	1	3000	76,78	39,07	38,96
		3000	77,07	38,93	
		3000	77,17	38,88	
Tres quebradas norte	1	250	45,87	5,45	4,90
		225	45,84	4,91	
		235	53,97	4,35	
Tres quebradas sur	1	200	20,02	9,99	8,28
		150	20,23	7,41	
		150	20,18	7,43	
La capilla	1	2500	1,65	1.515,15	1.273,87
		2275	2	1.083,33	
		2275	1,86	1.223,12	
Agua de puma	1	1200	1,77	677,97	650,39
		1000	1,83	546,45	
		1250	1,72	726,74	

ANEXO 4

Tabla auxiliar N° 10: Pasaje de unidades de precipitación en mm a ml/s

Tabla auxiliar N°11: Pasaje de unidades de conductividad estomática de mmol/s a ml/s.

Humedal	Precipitación				
	Pasaje de unidades				
	pp anual (mm)	área (m ²)	pp*área (litros)	ml	ml/s
Clementillo Sur	140	1569	219660	219660000	6,97
Clementillo Norte	140	5171	723940	723940000	22,96
Tres quebradas Norte	140	507	70980	70980000	2,25
Tres quebradas Sur	140	822	115080	115080000	3,65
La capilla	148	310	45880	45880000	1,45
Agua de puma	150	1443	216450	216450000	6,86

Humedal	Conductividad estomática total				
	Pasaje de unidades				
	CE (mmol/s)	mol/s	masa molar H ₂ O (g/mol)	g/s	ml/s
Clementillo Sur	127812,58	127,81	18,02	2303,18	2303,18
Clementillo Norte	298345,32	298,35	18,02	5376,18	5376,18
Tres quebradas Norte	28877,18	28,88	18,02	520,37	520,37
Tres quebradas Sur	38936,86	38,94	18,02	701,64	701,64
La capilla	10390,91	10,39	18,02	187,24	187,24
Agua de puma	223520,11	223,52	18,02	4027,83	4027,83