

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ESTUDIO DE LA ZARZAMORA (*Rubus ulmifolius* Schott) COMO LEÑOSA  
INVASORA DE BOSQUES NATIVOS EN URUGUAY**

**por**

**María Belén DE CUBA PERAZZA  
Leandro GONZÁLEZ ROBAINA  
Lucía Antonela MURIALDO VIERA**

**Trabajo final de grado  
presentado como uno de los  
requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY**

**2023**

## PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Director/a: -----  
Lic. (Dra.) Carolina Toranza-----  
Lic. (Dra.) Daniella BrescianoTribunal: -----  
Lic. (Dra.) Carolina Toranza-----  
Lic. (Dra.) Daniella Bresciano-----  
Lic. Dra. Anaclara Guido-----  
Ing. Agr. Mag. Gabriela Jolochin

Fecha: 15 de noviembre de 2023

Estudiante: -----  
María Belén De Cuba Perazza-----  
Leandro González Robaina-----  
Lucía Antonela Murialdo Viera

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, queremos agradecer a nuestras familias por el gran esfuerzo y por ser nuestro principal apoyo a lo largo de esta carrera.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República por todos los conocimientos y herramientas brindadas durante estos años.

A nuestras tutoras Lic. (Dra.) Carolina Toranza y Lic. (Dra.) Daniella Bresciano por acompañarnos y orientarnos a través de sus conocimientos haciendo posible la realización de este trabajo.

A la Ing. Agr. (Mag.) Gabriela Jolochin por colaborar en la identificación de las distintas muestras de especies obtenidas.

A la Ing. Agr. (Mag.) Carolina Munka por colaborar y guiarnos en la utilización del ceptómetro.

A Ignacio Bidegain por abrirnos las puertas de su establecimiento para poder llevar a cabo este estudio.

Al Ing. Agr. Gabriel Giudice por brindarnos sus conocimientos respecto a la historia del lugar.

A nuestros amigos de siempre, a los que conocimos en este camino y a todas las personas que de una forma u otra estuvieron acompañándonos y apoyándonos en esta gran etapa de nuestra vida.

## Tabla de contenido

|  |    |
|--|----|
| PÁGINA DE APROBACIÓN.....  | 2  |
| AGRADECIMIENTOS.....   | 3  |
| LISTA DE TABLAS Y FIGURAS.....   | 6  |
| RESUMEN.....   | 6  |
| SUMMARY.....   | 8  |
| 1. INTRODUCCIÓN.....   | 9  |
| 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....   | 11 |
| 2.1 INVASIONES BIOLÓGICAS.....   | 11 |
| 2.2 REVISIÓN ZARZAMORA.....  | 13 |
| 2.2.1 Botánica de la especie.....  | 13 |
| 2.2.2 Biología de la especie.....  | 14 |
| 2.2.3 Impactos de zarzamora como invasora en el mundo y la región.....                 | 15 |
| 2.3. ESTRATEGIAS DE CONTROL DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS.....                        | 17 |
| 2.3.1. Control de especies exóticas invasoras en Uruguay.....                          | 18 |
| 2.3.2 Experiencias de control de especies del género <i>Rubus</i> a nivel mundial..... | 20 |
| 2.3.3 Experiencias de control del género <i>Rubus</i> en Uruguay.....                  | 23 |
| 2.4. ZARZAMORA COMO INVASORA EN URUGUAY.....   | 23 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS.....   | 25 |
| 3.1 ÁREA DE ESTUDIO.....   | 25 |
| 3.1.1 Ubicación del área de estudio.....   | 25 |
| 3.1.2 Características de uso y manejo del área de estudio.....                         | 25 |
| 3.1.3 Factores climáticos del área de estudio.....                                     | 27 |
| 3.1.4 Factores edáficos del área de estudio y vegetación asociada.....                 | 27 |
| 3.2 MÉTODOS DE MUESTREO.....   | 28 |
| 3.3 ANÁLISIS DE DATOS.....   | 29 |
| 4. RESULTADOS.....   | 31 |
| 4.1 ESPECIES REGENERANTES PRESENTES EN LA ZONA DE ESTUDIO.....                         | 31 |
| 4.2 ESTUDIO DE LA ABUNDANCIA DE ESPECIES DE REGENERANTES POR ZONA.....                 | 33 |
| 4.3 ESTUDIO DE LA FRECUENCIA DE ESPECIES EN EL DOSEL POR ZONA.....                     | 35 |
| 4.4 ESTUDIO DE LA ABUNDANCIA DE ZARZAMORA.....   | 35 |
| 4.5 ESTUDIO DE LA ABUNDANCIA DE INDIVIDUOS POR ZONA.....                               | 36 |
| 4.6 RIQUEZA DE ESPECIES E ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y SIMILITUD.....                       | 37 |
| 4.7 DIFERENCIAS EN LAS COBERTURAS DEL SUELO.....                                       | 38 |
| 4.8 ESTUDIO DE LA RELACIÓN ENTRE ABUNDANCIA DE ZARZAMORA Y FACTORES AMBIENTALES.....   | 40 |

|                      |    |
|----------------------|----|
|                      | 5  |
| 5. DISCUSIÓN.....    | 42 |
| 6. CONCLUSIONES..... | 45 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA..... | 46 |
| 8. ANEXOS.....       | 50 |

## LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

| <b>Figura</b>   | <b>No. página</b> |
|---|-------------------|
| <b>Figura 1</b> Foto de un individuo de zarzamora en el bosque Ribereño del Río San José, en la zona de Rincón de Buschental .....                  | 14                |
| <b>Figura 2</b> Mapa de distribución potencial y presencia de <i>Rubus ulmifolius</i> (zarzamora) en América del Sur .....                          | 16                |
| <b>Figura 3</b> Distribución de zarzamora en Uruguay .....  | 24                |
| <b>Figura 4</b> Mapa de ubicación del área de estudio .....   | 25                |
| <b>Figura 5</b> Invasión por zarzamora en el bosque Ribereño del Río San José .....   | 26                |
| <b>Figura 6</b> Distribución de parcelas en las distintas zonas del bosque: nativo, alterado y talado .....   | 28                |
| <b>Figura 7</b> Abundancia absoluta de especies leñosas en la zona nativa .....   | 33                |
| <b>Figura 8</b> Abundancia absoluta de especies leñosas en la zona alterada.....  | 34                |
| <b>Figura 9</b> Abundancia absoluta de especies leñosas en la zona talada.....  | 34                |
| <b>Figura 10</b> Frecuencia de especies leñosas del dosel por zona .....  | 35                |
| <b>Figura 11</b> Número de individuos de zarzamora por zona .....   | 36                |
| <b>Figura 12</b> Número de individuos por zona.....   | 37                |
| <b>Figura 13</b> Cobertura de zarzamora por zona.....   | 39                |
| <b>Figura 14</b> Cobertura de mantillo, suelo desnudo y herbáceas por zona .....  | 40                |
| <b>Figura 15</b> Cobertura de zarzamora (%) para zonas nativa y alterada en relación a la PAR transmitida .....                                     | 40                |
| <b>Figura 16</b> PAR transmitida por parcela por zona.....  | 41                |
| <b>Figura 17</b> Estudio del efecto de la distancia al río de las parcelas en la abundancia de zarzamora, tomando como distancia máxima 200 m ..... | 41                |
| <br>  |                   |
| <b>Tabla</b>  | <b>No. página</b> |
| <b>Tabla 1</b> Herbicidas para control de zarzamora .....   | 22                |
| <b>Tabla 2</b> Lista de especies de regenerantes de arbóreos y arbustivos en la zona de estudio .....   | 31                |
| <b>Tabla 3</b> Riqueza de especies (S) e índice de diversidad de Shannon, para las tres zonas de estudio.....                                       | 38                |
| <b>Tabla 4</b> Índices de similitud para las tres zonas de estudio .....  | 38                |
| <b>Tabla 5</b> Índice de similitud para el dosel de las zonas nativa y alterada .....   | 38                |

## RESUMEN

Las especies exóticas invasoras (EEI) constituyen un grave problema ambiental a nivel global. *Rubus ulmifolius* (zarzamora), ha sido reportada como EEI en nuestro país, dado que coloniza rápidamente los ecosistemas de bosque desplazando especies nativas, y generando diversos impactos. A pesar de su potencial invasor, no hay antecedentes de estudio de zarzamora en Uruguay. El objetivo general de este estudio fue estudiar la invasión por zarzamora en un bosque ribereño dentro del área protegida “Humedales del Santa Lucía”. Los objetivos específicos fueron (i) describir el grado de invasión del bosque por zarzamora, evaluando su abundancia y cobertura bajo tres niveles de perturbación: zona nativa, zona alterada y zona talada; (ii) estudiar la comunidad de arbustos y regenerantes arbóreos para evaluar el impacto de zarzamora en dichas comunidades, y (iii) estudiar la relación entre la invasión de zarzamora (densidad y cobertura) y la incidencia de luz. El área de estudio fue un bosque ribereño del Río San José, en el cual una franja de 80 m de ancho fue talada en 2022 para la instalación de una línea de Alta Tensión de UTE. En otoño de 2023 en cada zona se muestrearon al azar 10 parcelas (4 m<sup>2</sup>) en las que se relevaron datos de: abundancia de regenerantes, especies en el dosel y cobertura del suelo. Luego se calculó el índice de diversidad por zona y se comparó entre zonas: densidad de regenerantes totales, densidad y cobertura de zarzamora y categorías de cobertura del suelo. Finalmente, se evaluó la relación entre la densidad y cobertura de zarzamora y la PAR (radiación fotosintéticamente activa) transmitida. La especie en estudio presentó variaciones en su abundancia y cobertura asociadas al gradiente de perturbación. Se encontraron diferencias significativas en la abundancia de zarzamora entre las tres zonas evaluadas. Asimismo, se pudo observar que zarzamora es la especie exótica dominante. La zona de muestreo que presentó mayor diversidad de especies totales y nativas fue la zona nativa seguida por la zona alterada y talada. Se encontró una relación positiva y significativa entre la abundancia de zarzamora e incidencia de luz, lo que refuerza la idea de que cambios en la estructura del dosel están fuertemente involucrados con el grado de invasión por zarzamora. En la zona nativa hay menor incidencia de luz en el sotobosque, dado que la estructura de la canopia es más cerrada, lo que limita fuertemente la abundancia de zarzamora. En las tres zonas estudiadas, la especie más abundante dentro de la comunidad de regenerantes leñosos fue una EEI, esto es altamente preocupante, teniendo en cuenta que es un bosque ribereño dentro de un área protegida del SNAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas). El presente estudio evidencia el efecto de la degradación antrópica, en este caso debido a la deforestación y EEI, sobre la diversidad y estructura de los bosques nativos y destaca la importancia de una gestión adecuada de los ecosistemas dentro de áreas protegidas.

*Palabras Clave:* especie exótica invasora, *Rubus ulmifolius* Schott, bosques ribereños

## SUMMARY

Invasive alien species (IAS) constitute a serious global environmental problem. *Rubus ulmifolius* (blackberry), has been reported as an IAS in our country, given that it quickly colonizes forest ecosystems, displacing native species, and generating various impacts. Despite its invasive potential, there is no history of studying blackberry in Uruguay. The general objective of this study was to study the invasion by blackberry in a riverine forest within the protected area "Wetlands of Santa Lucía". The specific objectives were (i) to describe the degree of invasion of the forest by blackberry, evaluating its abundance and coverage under three levels of disturbance: native zone, altered zone and logged zone; (ii) study the community of shrubs and tree regenerants to evaluate the impact of blackberry on these communities, and (iii) study the relationship between the invasion of blackberry (density and coverage) and the incidence of light. The study area was a riparian forest of the San José River, in which an 80 m wide strip was cut down in 2022 for the installation of a UTE High Voltage line. In autumn 2023, 10 plots (4 m<sup>2</sup>) were randomly sampled in each area, in which data on: abundance of regenerants, species in the canopy and soil cover were collected. Then the diversity index was calculated by zone and compared between zones: density of total regenerants, density and cover of blackberry and soil cover categories. Finally, the relationship between the density and coverage of blackberry and the PAR (photosynthetically active radiation) transmitted was evaluated. The species under study presented variations in its abundance and coverage associated with the disturbance gradient. Significant differences were found in the abundance of blackberry between the three areas evaluated. Likewise, it was observed that blackberry is the dominant exotic species. The sampling area that presented the greatest diversity of total and native species was the native area followed by the altered and logged area. A positive and significant relationship was found between blackberry abundance and light incidence, which reinforces the idea that changes in canopy structure are strongly involved with the degree of blackberry invasion. In the native area there is less incidence of light in the understory, given that the canopy structure is more closed, which strongly limits the abundance of blackberry. In the three areas studied, the most abundant species within the woody regenerating community was an IAS, this is highly worrying, taking into account that it is a riparian forest within a protected area of the SNAP (National System of Protected Areas). The present study shows the effect of anthropogenic degradation, in this case due to deforestation and IAS, on the diversity and structure of native forests and highlights the importance of adequate management of ecosystems within protected areas.

*Keywords:* invasive exotic species, *Rubus ulmifolius* Schott, riparian forests



## 1. INTRODUCCIÓN

Una especie exótica invasora es aquella cuya introducción y expansión por acción humana amenaza la diversidad biológica, la seguridad alimentaria, la salud y el bienestar de las personas (IPBES, 2020 como se cita en Ceballos et al., 2020).

La invasión de especies exóticas constituye un grave problema ambiental a nivel global, capaz de generar serios impactos tanto ecológicos como económicos (Blumetto & Brazeiro, 2022). En Uruguay, las invasiones biológicas son una importante amenaza para la biodiversidad, de particular gravedad en bosques nativos (Blumetto & Brazeiro, 2022).

Se han identificado en el país 351 especies exóticas (plantas y animales), la mayoría de ellas originarias de Europa, Asia, África y Oceanía (Brazeiro et al., 2021). La introducción de plantas vasculares se encuentra relacionada principalmente con la actividad agropecuaria, incluyendo plantas herbáceas, árboles y arbustos para cultivos y forestación, y también para horticultura ornamental (Masciadri et al., 2010, como se cita en Brazeiro et al., 2021).

De los cientos de especies exóticas registradas en el país, 42 han sido identificadas como invasoras por el Comité Nacional de Especies Exóticas Invasoras (CEEI), creado en Uruguay en el año 2008 (Brazeiro et al., 2021).

Las áreas protegidas (AP) no escapan a este fenómeno de invasión y se está generalizando como un problema que presiona a sus objetos de conservación (Brugnoli & Laufer, 2018). En las AP de Uruguay se están desarrollando distintas experiencias de manejo y control de especies invasoras, que representan un aprendizaje y aportan a la gestión de los espacios protegidos a nivel país (Brugnoli & Laufer, 2018).

Este trabajo final consta de dos secciones, una revisión sobre la biología, características invasivas y estrategias de manejo de *Rubus ulmifolius* Schott (zarzamora) y un estudio de caso de invasión con zarzamora en un bosque ribereño del Río San José próximo a Rincón de Buschental, en el departamento de San José. El predio está ubicado dentro del área Protegida con Recursos Manejados Humedales de Santa Lucía, la cual forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) (IUCN, como se cita en Intendencia de Montevideo, s.f.).

Las especies exóticas invasoras son uno de los principales desafíos para la gestión de los objetos de conservación en los Humedales del Santa Lucía (Aldabe et al., 2009). Actualmente el área presenta numerosas especies invasoras que ponen en peligro su diversidad biológica. En el caso de los bosques se identifican como plantas invasoras: *Ligustrum lucidum* L. (ligustro), *Gleditsia triacanthos* L. (acacia negra), *Lonicera japónica* Thunb. (madreselva) (Aldabe et al., 2009; Brazeiro et al., 2021) y a *Rubus ulmifolius* Schott (zarzamora), siendo esta última una de las especies de las cuales se cuenta con menor información y antecedentes de manejo a nivel nacional.

Es por esto que se establece como objetivo general del presente trabajo: describir las características biológicas y ecológicas de *Rubus ulmifolius* Schott (zarzamora), su comportamiento como exótica invasora en un bosque nativo con distintos grados de alteración antrópica, y su influencia en las comunidades presentes en la zona de estudio.

Y como objetivos específicos:

1. Realizar una revisión bibliográfica para identificar principales características de la especie.
2. Releva los antecedentes de las medidas de manejo y control aplicadas en los ambientes invadidos a nivel global, regional y local.
3. Estudiar la comunidad de arbustos y regenerantes arbóreos en un bosque nativo ribereño bajo tres niveles de perturbación: dosel nativo, dosel alterado y dosel talado.
4. Describir el grado de invasión de *R. ulmifolius* en un bosque nativo ribereño, evaluando su regeneración y cobertura bajo tres niveles de perturbación: dosel nativo, dosel alterado y talado.

## 2.REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 INVASIONES BIOLÓGICAS

Una especie introducida, exótica, alóctona, foránea o no-nativa es una especie originaria de otra región. Las invasiones biológicas hacen referencia al proceso de introducción, establecimiento y expansión de especies exóticas procedentes de otras áreas geográficas (Richardson et al., 2000; Vilà et al., 2008).

No todas las especies introducidas son invasoras, las especies invasoras son aquellas naturalizadas que logran una rápida expansión lejos del foco de introducción. Una especie vegetal es considerada invasora si en menos de 50 años se ha establecido a 100 metros del foco de entrada si su reproducción es por semilla, o a más de 6 metros en 3 años si su reproducción es vegetativa a través de rizomas o estolones (Vilà et al., 2008).

Asimismo no todas las especies introducidas serán naturalizadas, ni todas las naturalizadas se convertirán en invasoras. Por otra parte, se denomina plaga o peste a las especies invasoras que ocasionan un impacto ambiental o económico importante, como puede ser el desplazamiento de especies nativas, cambios en el ciclo de los nutrientes, transmisión de enfermedades, por lo que de alguna manera interfiere en el estado de bienestar del ser humano (Vilà et al., 2008).

Una invasión biológica está determinada por la capacidad que tiene una especie exótica para adquirir una ventaja competitiva una vez que superó los obstáculos naturales (abióticos y bióticos) para su proliferación, lo que permite su rápida propagación y colonización de nuevas áreas dentro de los ecosistemas (Valéry et al., 2008, como se cita en Cifuentes Lepimán, 2018). La invasión por especies exóticas es una gran amenaza para la biodiversidad (Lowe et al., 2004). Su capacidad de adaptación a los diferentes ambientes y su alto potencial biótico les permite encontrar en los ecosistemas naturales afectados por la actividad humana, condiciones ideales para su colonización y expansión (Banchero Ferrari, 2013).

Muchas de las invasiones biológicas ocurren por introducciones accidentales, pero en otros casos han sido intencionales. La dispersión de especies de una región a otra ha ocurrido a lo largo de la historia, pero en los últimos años con el aumento de los movimientos humanos, la intensificación del comercio, la alteración de los ecosistemas y el mayor desarrollo, este proceso se ha acelerado. La globalización económica que permite mayores niveles de consumo y transporte de mercancías entre regiones muy distintas, hace pensar que estamos ante un problema ambiental y socioeconómico, del cual las especies exóticas invasoras son parte. Una especie, que hace siglos hubiese necesitado 5000 años para alcanzar una nueva región, hoy solo tardaría un día (Vilà et al., 2008).

En relación con las consecuencias que generan las especies invasoras, éstas pueden modificar la estructura de los ecosistemas y afectar a las especies nativas que en ellos se encuentran, disminuyendo su población o incluso excluyéndolas,

pudiendo ser directamente mediante la competencia por recursos, o indirectamente, cambiando la forma en la que los nutrientes se reciclan (Baeriswyl Rada, 2017). Las especies invasoras, por ejemplo, limitan los resultados de los esfuerzos de restauración de terrenos degradados, de regeneración de bosques, y de mejora del aprovechamiento del agua para irrigación (Baeriswyl Rada, 2017).

Leege y Murphy (2001), como se cita en Franco et al. (2018), indican que el establecimiento de especies invasoras en bosques nativos genera modificaciones en la dinámica de las comunidades desencadenando cambios significativos en su estructura, dichas modificaciones se pueden reflejar desde el nivel individual, poblacional o comunitario como alteraciones en el crecimiento, regeneración y supervivencia de especies nativas hasta el nivel ecosistémico, como variaciones en ciclos del agua y los nutrientes.

Las especies invasoras son reconocidas como una amenaza para el bienestar ecológico y económico del planeta. A nivel mundial, las especies invasoras tienen muchos impactos negativos sobre los intereses económicos (Matthews & Brand, 2005). En un estudio realizado para Estados Unidos, el costo aproximado para dicho país correspondiente a un conjunto de especies invasoras es de 137.000 millones de dólares estadounidenses al año. En un informe de 1992 realizado por la Weed Science Society of America (Sociedad Americana de Ciencias de las Malezas) se calculaba que el costo de las malezas invasoras en EE. UU. ascendía a un total de entre 4.500 y 6.300 millones de dólares (Matthews & Brand, 2005).

En Uruguay, las invasiones biológicas son una importante amenaza para la biodiversidad, con una particular gravedad en los bosques nativos (Blumetto & Brazeiro, 2022). En el caso de los ecosistemas de bosque, las leñosas invasoras han sido identificadas como la principal causa de degradación (Nebel & Porcile, 2006 como se cita en Banchemo Ferrari, 2013), de hecho, las leñosas invasoras podrían tener fuertes impactos en la diversidad local de árboles, estructura y funcionamiento del ecosistema, como en el caso de la invasión de ligustro (*Ligustrum lucidum*) y acacia Negra (*Gleditsia triacanthos*) (Brazeiro et al., 2021).

En el trabajo realizado por Búrmida (2011) se estudió el grado de invasión por leñosas exóticas en bosques fluviales de la zona sur de Uruguay, en relación a la perturbación antrópica (Ej: la construcción de puentes, senderos, talas, picadas para ganado, etc). En el estudio encontró que un alto grado de perturbación en los bosques fluviales facilita la entrada de especies leñosas invasoras, y se encontró una relación positiva entre el grado de perturbación y el nivel de invasión de leñosas invasoras.

En esta misma línea, se encuentra el trabajo realizado por Caballero (2015), donde se evaluó la magnitud de las invasiones de especies leñosas exóticas presentes en las asociaciones ecosistémicas de las Quebradas del Norte. En dicho estudio se determinó que los focos más densos de invasión se dan en las zonas con mayor densidad de casas. Si se tiene en cuenta que las especies invasoras fueron introducidas con fines ornamentales, y que actualmente son cultivadas en los jardines y zonas adyacentes a las residencias, sin duda esto debe aumentar

constantemente la presión de los propágulos. Además, en dicho trabajo se llega a la conclusión de que los ambientes preferenciales de las leñosas invasoras son los bosques, principalmente los bosques ribereños y de quebradas (Caballero, 2015).

Según Aber et al. (2014) el Convenio de Diversidad Biológica reconoce que las especies exóticas invasoras son la segunda causa de la pérdida de biodiversidad, representando una amenaza para la integridad y la función de los ecosistemas, y por lo tanto para el bienestar humano. Los autores señalan que, en Uruguay, en 2010, fue creado un Comité de Especies Exóticas Invasoras (CEEI), coordinado por la Dirección Nacional de Medio Ambiente (MVOTMA), el mismo está integrado por profesionales de distintas instituciones y organizaciones civiles de Uruguay que están vinculadas al tema. Este comité ha buscado divulgar, mediante fichas, información sobre aquellas especies exóticas invasoras que, por su impacto negativo, son prioritarias de identificar y controlar. En este trabajo también se señala que la lista de especies exóticas presentes en el país es muy extensa y variada su composición, y contiene fichas con diferentes niveles de información local generada con respecto a la situación actual e impactos (biodiversidad, económico y salud). El total de especies exóticas invasoras consideradas en la lista actual es 42 (Ver anexo A) entre las cuales se encuentra *Rubus ulmifolius* Schott, descrita como una especie muy invasora, que puede causar serias modificaciones en la estructura de los bosques y otros ambientes nativos (Aber et al., 2014).

## 2.2 REVISIÓN ZARZAMORA

### 2.2.1 Botánica de la especie

*Rubus ulmifolius* Schott es una especie de hábito arbustivo perteneciente a la familia Rosaceae, vulgarmente se la conoce como zarzamora o mora. Es una planta caducifolia, forma densos matorrales, espinosos e impenetrables, siendo su sistema radicular la única parte perenne de la especie. Presenta una corona leñosa con una raíz principal que crece verticalmente y es acompañada de numerosas raíces secundarias, las cuales producen retoños cuando son perturbadas (Mazzolari et al., 2011, como se cita en Cifuentes Lepimán, 2018).

Avila Fonseca (2011) señala que la planta de zarzamora presenta hojas imparipinnadas, compuestas por 3 ó 5 folíolos peciolulados, la forma es elíptica ovada u obovada, con borde dentado o aserrado, de color verde oscuro por el haz y blanco-tomentoso por el envés. El autor también indica que sus flores son blancas o rosadas, con 5 pétalos y 5 sépalos. Nacen en racimos y dan lugar a inflorescencias de forma oblonga o piramidal. Los sépalos son grises o tomentoso-blanquecinos. El color de los pétalos va desde el blanco al rosa, tienen de 10 a 15 mm y son de forma ovada. Su fruto conocido como zarzamora o mora es comestible, y desde el punto de vista botánico, está formada por numerosas drupas pequeñas arracimadas y unidas entre sí (multidrupa), de color rojo que oscurece al madurar (Avila Fonseca, 2011).

La zarzamora es una especie muy variable de la que se han descrito numerosas formas, variedades y subespecies sin valor sistemático ya que no son genéticamente estables (Monasterio-Huelin y Macía, 2005).

Debajo se presenta un ejemplar de zarzamora con frutos presente en el área de Rincón de Buschental (Figura 1).

### Figura 1

*Foto de un individuo de zarzamora en el bosque Ribereño del Río San José, en la zona de Rincón de Buschental*



#### 2.2.2 Biología de la especie

##### 2.2.2.1 Filogenia y sistemática

La zarzamora es una especie que se encuentra en zonas con clima templado, característica que comparte con sus parientes de importancia comercial, tal como el almendro, duraznero, rosal, manzano, entre otros; todos ellos pertenecen a la familia Rosaceae. Se sabe de la existencia de más de 350 especies y por lo mismo es común citar su nombre científico como *Rubus sp.* (Avila Fonseca, 2011).

En cuanto a las categorías taxonómicas, se organiza de la siguiente manera:

REINO: Plantae

PHYLUM : Magnoliophyta

CLASE : Magnoliopsida

ORDEN : Rosales

FAMILIA : Rosaceae

ESPECIE: *Rubus ulmifolius* Schott

NOMBRE COMÚN: zarzamora

#### 2.2.2.2 Ecología y biogeografía

La zarzamora es originaria de Europa y el norte de África, sin embargo, la especie se ha introducido ampliamente en países como Argentina, Chile, Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos (ISSG, 2016, como se cita en Cifuentes Lepimán, 2018). Abunda en huertos frutales, praderas naturales, plantaciones forestales, y a orillas de caminos, canales y cercos (Espinoza, 2009).

La zarzamora es representativa de áreas donde la actividad agropecuaria es baja, lo que explica que no constituya una maleza problema en suelos sometidos a una rotación de cultivos anuales. Presenta reproducción por semillas y vegetativamente a través de tallos y raíces. Las semillas se producen entre enero y marzo, y la principal estrategia de transporte es la zoocoria, ya que el fruto es consumido abundantemente por aves y mamíferos, los cuales dispersan las semillas en sus excrementos. La germinación se da generalmente en primavera y se originan plantas que durante el primer año suelen ser poco vigorosas, a diferencia de las plantas originadas vegetativamente (Espinoza, 2009).

Esta especie es muy eficiente en su reproducción porque con escasas flores produce numerosas semillas, además la floración es escalonada durante todo el verano. Los tallos emergen de las yemas de las raíces cada primavera y crecen rápidamente de una manera arqueada. La propagación vegetativa a partir de porciones de tallo puede ocurrir luego de algún disturbio. En otoño, cuando los ápices de los tallos tocan el suelo, desarrollan raíces y producen una yema a partir de la cual crecerá un nuevo tallo durante la primavera siguiente (Bruzzese, 1998, Monasterio-Huelin, 1995, Montaldo, 2000, como se cita en Mazzolari & Comparatore, 2014).

La zarzamora posee baja sobrevivencia en zonas sombrías, por lo tanto, se consideran como malas competidoras cuando hay escasez de luz, prefiriendo áreas como claros de bosques, bordes de caminos, linderos, barrancos y sectores cercanos a cursos de agua (Castroviejo, 1987, como se cita en Cifuentes Lepimán, 2018).

La planta se desarrolla tanto en suelos calizos como sobre sustratos ácidos. Desde casi el nivel del mar hasta 1700 metros; tiene preferencia por zonas cálidas, secas y no muy altas, siendo desplazada por otras especies conforme aumenta la altura y la humedad y disminuye la temperatura (Monasterio-Huelin y Macía, 2005).

#### 2.2.3 Impactos de zarzamora como invasora en el mundo y la región

En la región, la zarzamora ha sido reportada como invasora en Argentina y Chile (Martin-Albarracín, 2016). A continuación, se presenta un mapa con la distribución potencial y áreas en las que se ha reportado la presencia de zarzamora (Figura 2).

## Figura 2

Mapa de distribución potencial y presencia de *Rubus ulmifolius* (zarzamora) en América del Sur



Nota. Tomado de Martín-Albarracín (2016).

Dado su carácter invasivo, la zarzamora coloniza ecosistemas naturales y seminaturales en donde compite y desplaza a las especies de plantas nativas y degrada los hábitats que afectan negativamente a la fauna nativa (ISSG, 2016 como se cita en Cifuentes Lepimán, 2018).

La zarzamora tiende a formar matorrales densos y espinosos que constituyen un peligro de incendio durante la temporada seca, ya que actúan como barreras impenetrables. En las plantaciones forestales los matorrales dificultan el trabajo, restringiendo los movimientos de los operadores y maquinaria. En los terrenos agrícolas, bloquean el acceso del ganado a las pasturas y los cursos de agua. En áreas naturales amenazan a la biodiversidad reduciendo el hábitat de la fauna silvestre y desplazando a la vegetación autóctona (Matthews & Brand, 2005).

En las islas Juan Fernández de Chile, la zarzamora, es una gran amenaza para la flora y fauna autóctonas. Las islas, ubicadas a más de 660 km de la costa de Chile, tienen una riqueza de especies y un número de endémicas superiores a los de cualquier otra isla oceánica. El picaflor rojo de Juan Fernández, *Sephanoides fernandensis*, es una de esas especies, es el único colibrí endémico de islas oceánicas que se conoce en el mundo y cuyas poblaciones están decayendo. Una de las hipótesis que se maneja es que este tipo de picaflores está siendo relegado por el picaflor rubí, *S. sephanooides*, el cual se encuentra más ampliamente distribuido y tiene la ventaja de alimentarse del néctar de la zarzamora invasora (Matthews & Brand, 2005).



En Argentina, una de las zonas más afectadas por zarzamora desde hace varios años, es la Reserva Integral Laguna de los Padres, ubicada en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires. Esta área es un importante reservorio de diversidad biológica y objetivo de interés científico. Esta planta invasora forma barreras impenetrables, lo que inutiliza casi la totalidad de las 80 hectáreas de la zona intangible de la reserva, destinadas a la recreación y observación de la naturaleza (Comparatore & Mazzolari, 2009).

### 2.3. ESTRATEGIAS DE CONTROL DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS

Según McNeely et al. (2001) existen distintos métodos a través de los cuales se puede llevar a cabo el control de especies exóticas invasoras, los mismos se pueden aplicar por separado o a través de su combinación. Dentro de los mencionados se encuentran:

- Control mecánico: Consiste en eliminar, mediante corte o desenterramiento directamente la especie, a mano o con máquinas adecuadas (Anexo B)
- Control químico: Consiste en utilizar herbicidas que afectan principalmente a la especie objetivo (Anexo C) En Uruguay los más utilizados en el control de especies exóticas invasoras son el Glifosato (N-fosfonometil-glicina) y Tordón (Picloram + 24D), ambos sistémicos, post-emergentes, los cuales se aplican de forma localizada en cada planta.
- Control biológico: Consiste en la liberación intencionada de poblaciones de enemigos naturales de la especie exótica invasora que se desea erradicar (Anexo D). En Uruguay no se han encontrado experiencias con este tipo de control.
- Gestión del hábitat: Consiste en tomar medidas como la quema controlada o prescrita, el pastoreo y otras actividades.
- Gestión integrada de plagas (GIP): Consiste en una combinación de los métodos descritos anteriormente, basada en investigaciones ecológicas, en supervisiones periódicas y en una cuidadosa coordinación. En muchas situaciones la GIP es la opción con más probabilidades de éxito.

Teniendo en cuenta la gran complejidad de las características ecológicas tanto de las especies exóticas invasoras como de los hábitats y especies nativas a los que afectan, las medidas de control deben ser desarrolladas y aplicadas cautelosamente y teniendo en cuenta no sólo la dimensión monetaria (relación costo-resultados). En este sentido, debe realizarse un análisis integral, teniendo en cuenta los distintos aspectos involucrados, por ejemplo, para el control químico, se deben estudiar los posibles efectos negativos que puede tener sobre especies a las que no se pretende afectar, así como la posibilidad de que aparezcan variedades o subespecies resistentes a la medida de control químico utilizada y efectos sobre la salud humana. En cuanto al control biológico, debe evitarse la posibilidad de que el agente de control biológico utilizado se convierta a su vez en invasor. Lo más indicado suele ser un planteamiento de gestión integral que abarque medidas de control mecánicas, químicas y biológicas coordinadas y supervisadas cuidadosamente (McNeely et al., 2001).

En un trabajo realizado por Sosa et al. (2015) se señala que en una primera instancia en el control de leñosas invasoras los métodos mecánicos y la aplicación específica de herbicidas, resultan los que tienen menor potencial de afectar negativamente al sistema natural. Los autores plantean que al momento de elegir una estrategia de control es importante considerar las restricciones que existen cuando se trata de Áreas Protegidas en el manejo de las especies exóticas invasoras, como pueden ser restricciones tanto en lo que respecta al uso de herbicidas como también en la aplicación de determinados tratamientos.

Según Sosa et al. (2015) la perforación y posterior aplicación de herbicidas constituye la medida de manejo más adecuada para el manejo de *Gleditsia triacanthos*, especie invasora en varias áreas protegidas. Su trabajo indica que el manejo con taladro minimiza los efectos sobre el entorno, reduce el impacto visual y disminuye el tiempo de operación reduciendo los costos de trabajo por unidad de superficie.

### 2.3.1. Control de especies exóticas invasoras en Uruguay

#### 2.3.1.1 Control químico

La investigación sobre métodos de control y manejo de plantas invasoras en bosques es incipiente, y la misma se ha enfocado principalmente en los árboles Acacia negra (*Gleditsia triacanthos*) y ligustro (*Ligustrum lucidum*). Diferentes métodos de control han sido evaluados experimentalmente, a través de esto es que se ha logrado encontrar alternativas viables para eliminar árboles adultos en forma efectiva. Sin embargo, aún no se han encontrado estrategias efectivas para restaurar los rodales invadidos y evitar la futura re-invasión (Brazeiro et al., 2021).

Según Blumetto (2015) existen muy pocas experiencias a nivel nacional de intervenciones en ecosistemas para control de exóticas invasoras, aunque se encuentran en aumento. Las tareas de restauración ecosistémica realizadas en el Parque Natural INIA Las Brujas han dejado como experiencia a través de actividades prácticas en trabajos de investigación, que el método de control más utilizado a nivel de campo en Uruguay (tala con posterior aplicación de herbicida en el tocón), ha resultado efectivo. El autor señala que en además del Picloram + 24D (Tordón) aplicado con pincel sobre el tocón, se utilizó con éxito el glifosato, aplicado de la misma manera en una dilución 1:1 de producto comercial y agua. Ambos métodos fueron exitosos en diluciones similares. Se logró comprobar además que el manejo habitual de aplicación de Tordón con gasoil, carece de sentido, debido a que el producto es hidrosoluble y la efectividad no aumenta con la utilización de este solvente, sí aumentando los costos y el impacto ambiental. En la aplicación de este método en primavera y verano (con plantas activas) podemos rescatar como positiva la sustitución por glifosato dado su menor efecto residual y menor impacto ambiental en relación a lo anteriormente mencionado. Blumetto (2015) indica que para el ligustro específicamente, en INIA Las Brujas las dos metodologías con las que se ha obtenido los mejores resultados en el control de árboles adultos han sido, por un lado, la tala y toconeo con producto químico (herbicida) y por otro lado la inyección de herbicida Glifosato en orificios

en la base del tronco, donde se aplica 1 ml del principio activo a razón de un orificio cada 10 cm de circunferencia del tronco, y una vez realizado el control de plantas adultas, se utiliza para reducir los regenerantes de la especie el pastoreo en combinación de especies tanto de bovinos como ovinos.

Otra experiencia de evaluación de métodos de control en individuos adultos de *Ligustrum lucidum*, se llevó a cabo en la zona de los Humedales de Santa Lucía. El mismo dejó como resultado, luego de probar distintos tratamientos, que la perforación con taladro e inyección de glifosato (25%) es muy efectivo en el porcentaje de mortandad de individuos, a pesar de que resultó dentro de los tratamientos analizados el más costoso en tiempo y dinero. Este tratamiento es preferible y recomendable en Áreas Protegidas ya que ambientalmente no genera grandes impactos dado que se hace una perforación, no dejando el herbicida expuesto al ambiente (Haretche & Brazeiro, 2018).

Por otra parte, para controlar la invasión de acacia negra en Uruguay, se han realizado evaluaciones de distintos métodos de control, una de las evaluaciones fue realizada en un bosque ribereño a orillas del Arroyo del Potrero en el Departamento de Florida, donde luego de evaluar la efectividad de diferentes métodos, se concluyó que los tratamientos de inyección de cápsulas de Imazapyr con lanza y el anillado con aplicación de garlon al 20 % serían los más efectivos para el control de la especie. Si bien el anillado provocó el porcentaje más alto de mortandad, presenta bastante problemas ambientales y prácticos, mientras que la lanza con Imazapyr presentó una buena mortandad con pocos problemas logísticos y siendo ambientalmente bastante seguro, lo cual hace que sea recomendable en un ámbito de área protegida (Rizzo, 2019).

#### 2.3.1.2 Control cultural

El pastoreo con ganado es un método a considerar, ya que el mismo reduce la cantidad de plantines de especies invasoras como el ligustro, aunque hay que tener en cuenta que el ganado también tiene un efecto negativo sobre la población de nativas. Asimismo, se ha identificado al ganado como dispersor de la invasora *Gleditsia triacanthos*, a la cual deja de pastorear una vez sus espinas se endurecen. Por lo cual existe un importante campo abierto para la investigación en regular los momentos, cargas y especies para realizar estos pastoreos (Blumetto, 2015).

Según Blumetto y Brazeiro (2022):

El ganado interactúa en forma compleja con las exóticas, ya que, dependiendo del tipo de manejo, podría tanto promover la invasión como contribuir a su control. El ganado facilita la invasión dispersando semillas (e.j.: Acacia negra), y algunas prácticas de manejo (aperturas, raleos) que causan disturbios en la estructura del bosque, reducen la resistencia biótica a la invasión, facilitándola. Por otro lado, el consumo de plántulas por parte del ganado vacuno y ovino, dependiendo del régimen de pastoreo, podría contribuir a controlar la invasión de algunas especies exóticas (ej.: ligustro) (p. 41).

En un estudio realizado por De Santiago et al. (2019) se evaluó el efecto del pastoreo con bovinos como herramienta de control de ligustro en bosque parque. Los objetivos fueron cuantificar el efecto de diferentes intensidades de pastoreo sobre el número de plantas jóvenes de ligustro y analizar el efecto de diferentes intensidades de pastoreo sobre las partes aéreas de las plantas (hojas, yemas y tallos) en los estadios juveniles de dicha especie. Se llegó a la conclusión que, si bien el ligustro es consumido por las vacas, no hay evidencias que el consumo sea diferente en función de la intensidad.

El pastoreo no afectó la sobrevivencia de plantas, siendo evidente que rebrotaron, por lo que bajo las condiciones planteadas el pastoreo no resultó una herramienta efectiva para el control, aunque puede haber retrasado el crecimiento. Además, se plantea que para evaluar si es posible la reducción de densidad de plantas por defoliación continua, se deberían realizar estudios con mantenimiento de la presión de pastoreo en lapsos mayores, así como el uso de otras especies (ej.: ovinos) de manera de habilitar el consumo de plantas de menor altura (De Santiago et al., 2019).

### 2.3.2 Experiencias de control de especies del género *Rubus* a nivel mundial

En Australia, un estudio realizado propone medidas para el control biológico del género *Rubus* spp., a través de la utilización del ácaro *Acalitus essigi* Hassan, el cual causa la enfermedad de la baya roja, provocando la madurez desigual de la fruta. Este método de control es recomendado en el caso de las especies del género *Rubus* que no sean susceptibles al hongo de roya *Phragmidium violaceum* Schultz el cual, al igual que *A. essigi*, es utilizado como control biológico en Australia, Estados Unidos y en el continente europeo. *Acalitus essigi* es indicado para combatir a *R. ulmifolius*, sin embargo, su dispersión es limitada por lo cual requiere redistribuirse en el tiempo, especialmente a fines de la temporada de otoño (Scott et al., 2008, como se cita en Cifuentes Lepimán, 2018).

Martín-Albarracín (2016) indica que en Argentina se ha probado el control de zarzamora a través de control químico mediante el herbicida glifosato y se han obtenido buenos resultados combinando este herbicida, en concentraciones del 2 %, con control mecánico mediante el corte de las plantas y remoción de la capa superior del suelo.

En un experimento de control químico y mecánico realizado por Mazzolari et al., (2011) en la Reserva Integral Laguna de los Padres en Buenos Aires, se obtuvo como resultado que al aplicar un control mecánico realizado con Bulldozer y luego un control químico con glifosato al 2 o 4 %, el control es más eficaz si se aplica a finales de otoño o principios de verano. A pesar de que este tipo de control no ayuda a la recuperación de la vegetación nativa afectada, el tratamiento resulta efectivo contra zarzamora. Por otra parte, los autores plantean que si se realiza solo el tratamiento mecánico se disminuye la efectividad del control, alcanzando valores de rebrotes cercanos al 100 %. También se puede deducir del estudio que, realizando un trabajo mecánico más intensivo, es decir, aumentando la frecuencia

de corte, la cantidad de rebrotes se vuelve prácticamente nula. Finalmente, se concluye en el estudio que el control de zarzamora debe ser constante en el tiempo (Mazzolari et al., 2011).

Cavieres, (2011), como se cita en Cifuentes Lepimán (2018), señala que en Chile la mayor experiencia en control de zarzamora ha sido en el Archipiélago de Juan Fernández, donde dicha especie invasora cubre al menos el 7 % de la superficie total de la isla Robinson Crusoe y desplaza a la vegetación nativa. El método de control aplicado según el autor es una combinación del producto químico Triclopyr, el cual corresponde a un herbicida sistémico regulador del crecimiento. Este herbicida se caracteriza por interferir en el balance hormonal de la planta, siendo sensibles las especies de hoja ancha y de un control mecánico aplicado tanto a los individuos ya establecidos como también a plántulas. En este trabajo se señala que el control mecánico en combinación con control químico resulta favorable en el manejo de esta especie, pero debe ser efectuado en forma frecuente debido a los rebrotes, asimismo deben desarrollarse acciones de eliminación de plántulas en zonas de claros del bosque (Cavieres, 2011, como se cita en Cifuentes Lepimán, 2018).

De acuerdo con Espinoza (2009), en Chile a principios de la década del setenta, investigadores introdujeron al país el hongo *Phragmidium violaceum* como factor de control biológico de zarzamora. Sin embargo, luego de algunos años de haber sido liberado en campo, se concluyó que el hongo no es un eficiente controlador biológico de *R. ulmifolius*. Los daños más notorios ocasionados por el hongo en zarzamora corresponden a la anticipación de la defoliación y notable disminución de la producción de semillas.

Otro método de control es el corte de la parte aérea de las plantas, que si bien no permite su destrucción completa, cuando es realizado en dos o más oportunidades durante el crecimiento activo de las plantas en la misma temporada, puede disminuir significativamente su vigor y la producción de semillas. Este mismo efecto tiene el pastoreo intenso de las plantas por ovinos o caprinos (Espinoza, 2009).

También existen diversos herbicidas sistémicos recomendados mediante los cuales se puede controlar la zarzamora (Tabla 1).

**Tabla 1***Herbicidas para control de zarzamora*

| <b>Herbicida</b>   | <b>Dosis/100 litros de agua</b> | <b>Observaciones</b>   |
|--------------------|---------------------------------|--|
| <b>Triclopir</b>   | 0,7-1,0 l                       | Para praderas, aplicación de desmanche sobre plantas aisladas de zarzamora, evitar escurrimiento desde las hojas de la maleza a la pradera |
| <b>Triclopir</b>   | 1,0-1,5 l                       | Para plantación de pino insigne, aplicación de desmanche, evitar deriva a los árboles  |
| <b>Glifosato</b>   | 4 l                             | Para praderas, aplicación de desmanche sobre plantas aisladas de zarzamora, evitar escurrimiento   |
| <b>Metsulfuron</b> | 32-40 g                         | Para praderas, aplicación de desmanche sobre plantas aisladas de zarzamora, evitar escurrimiento desde las hojas de la maleza a la pradera |

*Nota.* Elaborado a partir de Espinoza (2009).

Las plantas son muy susceptibles a algunos herbicidas, especialmente cuando se aplican al follaje durante la maduración de los frutos, debido a la mayor movilidad del producto en toda la planta, lo que se traduce en una mayor mortalidad y menor rebrote. En este estado, los herbicidas se mueven en gran cantidad junto con los azúcares producidos en las hojas en dirección a las raíces, al contrario de lo que ocurre cuando se inicia el crecimiento en primavera o las plantas son nuevas y provienen de trozos y tallos de raíces, en que el movimiento de los azúcares es principalmente ascendente (Espinoza, 2009).

Al tratarse de una especie perenne arbustiva y con un extenso sistema radicular, el control total de las plantas con herbicidas toma más tiempo que el de otras especies, esto también depende del herbicida. En el caso del Triclopir y Glifosato demora entre dos y tres meses, mientras que con Metasulfuron entre seis y ocho meses. Por lo tanto, si la aplicación de los herbicidas se realiza en enero-febrero, el mejor indicador de la eficacia de control del tratamiento herbicida es la presencia o ausencia de crecimiento nuevo en primavera. La pérdida del follaje de las plantas

en otoño no es un indicador de la eficacia del tratamiento herbicida que se aplicó (Espinoza, 2009).

Con respecto al costo de control de la especie, el mismo va a depender de la magnitud de área invadida y de la altura de las plantas de zarzamora, ya que de esto depende la cantidad de herbicida y agua a aplicar. Por tal razón, en caso de que las plantas de zarzamora presenten 2 m de altura o más, lo recomendable es primero cortar la parte aérea de las plantas en otoño-invierno, esperar que rebroten en primavera y aplicar en verano cuando tengan suficiente follaje. Esta operación, además de facilitar la aplicación del herbicida en las plantas, disminuye significativamente el costo de controlarlas (Espinoza, 2009).

### 2.3.3 Experiencias de control del género *Rubus* en Uruguay

Como se mencionó anteriormente, es muy poco el conocimiento que se tiene en Uruguay acerca de la zarzamora en general, y lo que respecta a antecedentes en su manejo en particular.

Según la Base de datos de Especies Exóticas Invasoras de Uruguay (InBUy, 2011) publicada por la Facultad de Ciencias, el método de control que se detalla para zarzamora es el control físico, a través de la remoción mecánica de plantas y de los frutos inmaduros, ya que las drupas abren con presión y dispersan las semillas a distancia. No se cuenta con información en lo referido al control químico ni biológico.

En el marco del proyecto PPD/MVOTMA/PNUD/FMAM, desarrollado en el Parque “Abrazo del Solís Grande” dentro del cual uno de sus principales objetivos fue contribuir a la recuperación de los ambientes naturales del Parque, se realizaron acciones de conservación y sensibilización como la limpieza del bosque ribereño mediante la eliminación y control de las especies exóticas invasoras. Dentro de las especies exóticas invasoras controladas en dicha experiencia, se encuentra la especie *Rubus fruticosus*. La estrategia de control relatada fue la siguiente: se cortó con machete, azada y se le aplicó Glifosato diluido en agua 1:1 con fumigadora, con puntero, con un trapo o estopa y se tocaron las hojas con el mismo, evitando la contaminación a otras plantas nativas de alrededor, luego se tapó con nylon de silo con el lado negro hacia arriba (Fontes, 2015).

## 2.4. ZARZAMORA COMO INVASORA EN URUGUAY

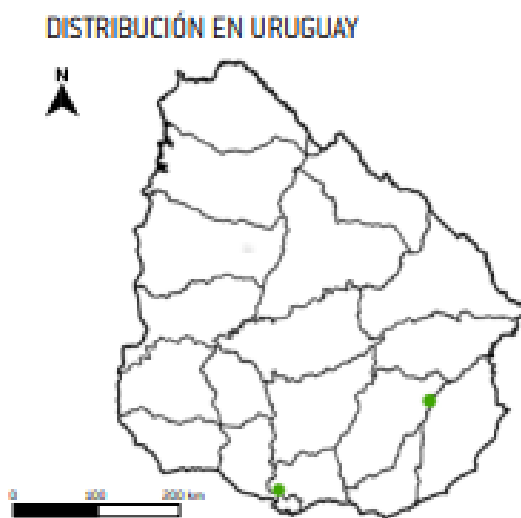
Actualmente no hay información relevante sobre el comportamiento de la especie como invasora en nuestro país. Gaggero e Inthamoussu (2021) indican que en la zona de Margat, Canelones, las especies nativas “conviven con una selección europea” (parr. 1), haciendo alusión a la zarzamora, entre otras especies exóticas.

Se constata una importante presencia de zarzamora en la cuenca del Río Santa Lucía, principalmente en zonas cercanas a cursos de agua. La base de datos de Especies Exóticas Invasoras de Uruguay ubica a esta especie en el bosque ribereño del Río Cebollatí (InBUy, 2011). En la figura 3 puede observarse la

distribución de zarzamora en Uruguay según InBUy (2011). Los datos pueden no coincidir con la situación actual ya que el mapa presentado no está actualizado y hasta el momento no se ha realizado un mapa de distribución actual.

### Figura 3

*Distribución de zarzamora en Uruguay*



*Nota.* Tomado de InBUy (2011).

Nebel y Porcile (2006), como se cita en Banchero Ferrari (2013), detallan una lista de especies exóticas que pueden desarrollar comportamiento invasor de acuerdo a sus observaciones en los bosques naturales del país y otros ambientes asociados, con cinco categorías de acuerdo a su distribución e impacto. La zarzamora (*Rubus* sp.) se encuentra en la categoría 5 correspondiente al mayor grado en ambas características, junto con Ligustro (*Ligustrum lucidum*) y Tojo (*Ulex europaeus* L.).



### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Dada la falta de información sobre zarzamora en Uruguay, y atendiendo a los objetivos 3 y 4 del presente trabajo, se realizó un muestreo a campo en la zona de interés con el fin de obtener resultados que arrojen información sobre el comportamiento de esta especie bajo diferentes condiciones de luz, cercanía al agua y grado de alteración del área, particularmente en lo que respecta a su regeneración y cobertura.

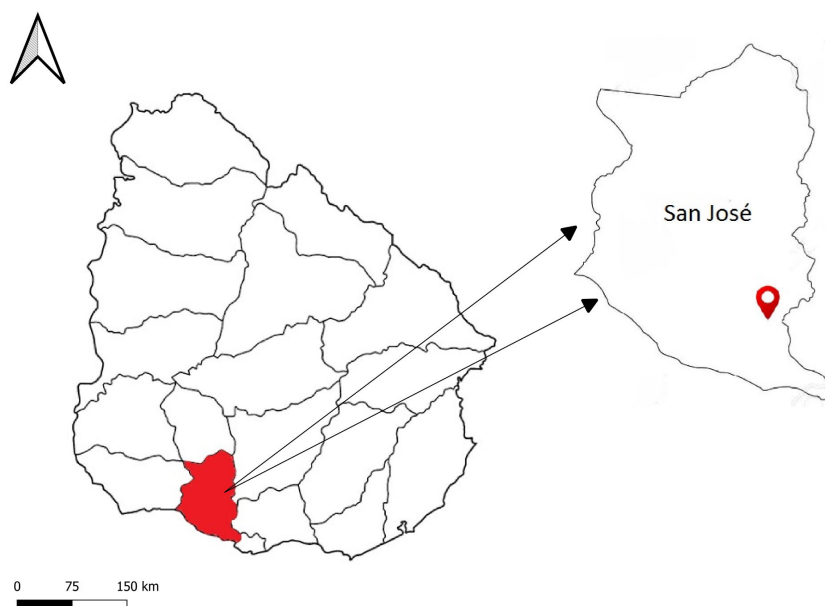
#### 3.1 ÁREA DE ESTUDIO

##### 3.1.1 Ubicación del área de estudio

El área de estudio donde se llevó a cabo el presente trabajo es un bosque ribereño del Río San José ( $34,58829^{\circ}$  S,  $56,51347^{\circ}$  O), cercano a la zona de Rincón de Buschental, en la cuenca del Río Santa Lucía, a 17 km de la ciudad de Libertad en el departamento de San José (Figura 4).

#### **Figura 4**

*Mapa de ubicación del área de estudio*



##### 3.1.2 Características de uso y manejo del área de estudio

La zona de estudio se encuentra inmersa dentro del área protegida Humedales del Santa Lucía, donde se planea desarrollar un ensayo de control de especies exóticas invasoras, particularmente zarzamora, en un trabajo conjunto entre Facultad de Agronomía y UTE, en el marco del trabajo del CEEI, aplicando diversas metodologías de control de acuerdo a las especies identificadas, siendo preferentes el control mecánico y/o químico.

Particularmente en el área donde se lleva a cabo el presente trabajo, existe una importante presencia de zarzamora (Figura 5, Anexo E), y no se ha comenzado con la etapa de control de la especie dado que se espera generar una línea de base de la invasión.

### **Figura 5**

*Invasión por zarzamora en el bosque Ribereño del Río San José*



La cuenca del Río Santa Lucía es de gran importancia para el país por su magnitud, por ser la fuente de agua potable de más de la mitad de la población y por la actividad económica que concentra. La presencia de especies exóticas invasoras afecta el funcionamiento del ecosistema, lo que genera consecuencias ambientales, económicas y sociales, es aquí donde actúa el CEEI elaborando planes de manejo para mitigar dichas consecuencias.

Si bien no existe información de la historia reciente de uso del suelo en la zona de estudio, dado que el propietario del predio es reciente y el Ingeniero Agrónomo a cargo no tiene conocimiento previo, se puede inferir a partir de las observaciones iniciales que este bosque presentaba síntomas de degradación y alteración, esto surge como consecuencia de distintos factores entre los que se encuentran la tala desmedida, principalmente por expansión del sector agropecuario, degradación por presión de ganado e invasión por especies exóticas.

La presión sobre el bosque nativo es histórica. Las dos guerras mundiales provocaron una grave crisis energética y el aumento de precios de maderas en forma extraordinaria, seguido por la explotación y tala desmedida de los bosques nativos para elaborar astillas, estacones, roletes, carbón de leña, entre otros. Más reciente, la instalación de cuatro represas hidroeléctricas causó la pérdida de unas 30.000 hectáreas de bosques nativos (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca [MGAP], 2018).

En la región sur del país, zona donde se concentra gran parte de la población y los sistemas de uso intensivo de la tierra, existe un mayor deterioro de los bosques, particularmente costeros y ribereños, debido a la expansión agropecuaria entre 1930 y 1970. La cuenca y bosques ribereños del Río Santa Lucía, sufrieron las consecuencias de estos cambios por estar en el centro de dicha región. En los últimos 30 años se presentó una recuperación del mismo, tanto en superficie, como en su conformación. Este ecosistema es objeto de una protección especial (MGAP, 2018). No obstante, existen problemas referidos a la invasión de especies exóticas, siendo en la actualidad una de las principales presiones sobre los bosques que, al ser secundarios, es decir que regeneraron luego de ser talados, han sido más susceptibles a ser invadidos, entre ellas por zarzamora.

### 3.1.3 Factores climáticos del área de estudio

Para caracterizar las condiciones climáticas en la zona de estudio, se utilizó la información brindada por la estación meteorológica de Melilla, ya que es la más cercana de la red de estaciones meteorológicas del Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET, s.f.).

En el periodo comprendido entre 1991 y 2020, la temperatura media anual fue de 17,3 °C, siendo enero el mes que registra la temperatura media más alta, con 23,3 °C y julio la temperatura media más baja, con 11,0 °C (INUMET, s.f. clima> estadísticas climatológicas> Tablas estadísticas> Climatología 1991-2020> Melilla).

La precipitación media acumulada anualmente es de 1142,7 mm, los cuales se distribuyen de manera homogénea a lo largo del año (INUMET, s.f. clima> estadísticas climatológicas> Tablas estadísticas> Climatología 1991-2020> Melilla).

La humedad relativa media anual es de 74 %, siendo los meses de invierno los más húmedos (entorno al 80 %) y los meses de verano los más secos (cercano al 60 %) (INUMET, s.f. clima> estadísticas climatológicas> Tablas estadísticas> Climatología 1991-2020> Melilla).

La zona de estudio se encuentra en el entorno de un bosque ribereño, sobre costas del Río San José, por lo tanto, es esperable que las condiciones climáticas tengan diferencias con Melilla, por ejemplo, una mayor humedad relativa, así como temperaturas más moderadas.

### 3.1.4 Factores edáficos del área de estudio y vegetación asociada.

El área de estudio se encuentra sobre suelos del grupo CONEAT 03.10. Estos suelos corresponden al bañado de Carrasco, en los departamentos de Montevideo, Canelones, y algunas áreas de San José, Colonia y Soriano. El relieve se caracteriza por planicies bajas inundadas permanentemente. La asociación de suelos se constituye por Gleysoles Háplicos Hísticos e Histosoles

(Suelos de Pantanos). La vegetación asociada al curso de agua es acuática, con espadañas, juncos y ciperáceas. El uso pastoril es muy limitado y el índice de productividad es 9 (Dirección General de Recursos Naturales, s.f. > buscar > Departamento San José > N° padrón 2507 > buscar > Porcentaje de superficie del padrón cubierto por los grupos CONEAT > descargar PDF).

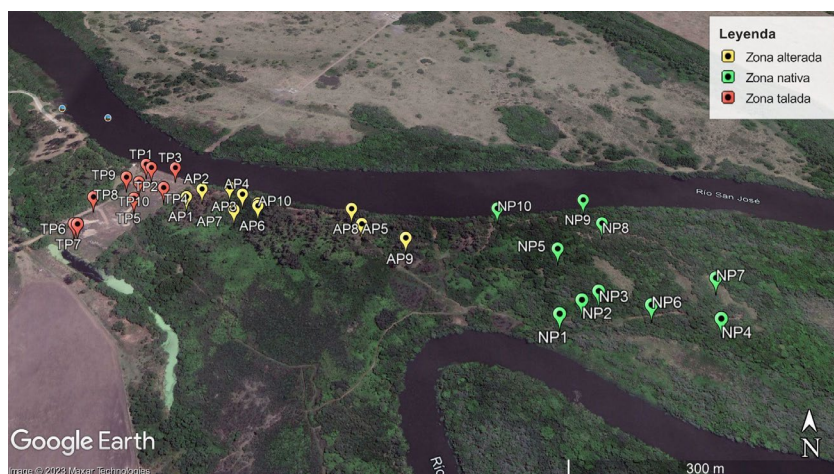
### 3.2 MÉTODOS DE MUESTREO

Previo al muestreo a campo se realizó en diciembre de 2022 una visita a la zona de estudio para observar en qué condiciones se encontraba la misma. Una vez en el lugar pudo comprobarse que la zona se presentaba alterada en diferentes grados, por este motivo se realizó una zonificación del área basada en el gradiente de perturbación, observado a través de la variación en los doseles, constatada por la imagen satelital de Google earth (Anexo F).

Teniendo en cuenta las zonas definidas previamente, en el área de estudio se realizó un muestreo estratificado al azar en las tres zonas del bosque definidas según el grado de perturbación de menos a más: 1) área dominada por dosel nativo (nativo), 2) área dominada por dosel exótico (alterado) y 3) área deforestada en 2022 (talado) (Figura 6).

#### Figura 6

*Distribución de parcelas en las distintas zonas del bosque: nativo, alterado y talado*



*Nota.* Elaborado a partir de Google Earth (2023).

El muestreo se realizó entre marzo y abril de 2023. En cada zona de estudio, se localizaron aleatoriamente 10 parcelas con dimensiones de 2 m x 2 m, las cuales a su vez se subdividieron en 4 cuadrantes de 1 m x 1 m (Anexos G, H e I). En cada parcela se contabilizaron los regenerantes leñosos en dos categorías: de 10 a 50 cm y mayores a 50 cm de altura, agrupándolos por especie. Con el fin de identificar taxonómicamente las muestras de los regenerantes, se colectaron muestras a campo para su posterior reconocimiento en laboratorio. Mediante la aplicación del método fitosociológico de Braun Blanquet se realizó un relevamiento

de la cobertura de diferentes componentes: mantillo, bosta, vegetación herbácea, zarzamora y suelo desnudo, en rangos de 0, <1, 1 a 5, 5 a 25, 25 a 50, 50 a 75 y 75 a 100 %. Adicionalmente se caracterizó la composición específica del dosel, identificando a los individuos adultos que formaban el dosel de las parcelas.

En cada parcela se realizó la georreferenciación de la misma, y se registró la radiación incidente con un ceptómetro ACCUPAR LP-80 (Anexo J), tomando tres puntos por parcela en condiciones de cielo despejado y en el horario comprendido entre las 11 y las 14 h, momento en que la radiación llega con mayor intensidad a la superficie del suelo. Por último, se midió la distancia de cada parcela al río.

Los datos relevados a campo fueron procesados en planillas Excel y se utilizó el programa estadístico Infostat para el análisis de los mismos.

### 3.3 ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis de datos de regenerantes se realizaron planillas de abundancia con el número de individuos de cada especie por parcela, y se contabilizó el número total de individuos, número de individuos exóticos, número de individuos nativos, número de individuos de zarzamora, especies totales, especies nativas y especies exóticas. Con el fin de evaluar la diversidad de especies, se calculó para cada zona el índice de diversidad de Shannon ( $\sum p_i \times \ln p_i$ , siendo  $p_i$  frecuencia de individuos para cada especie). Para medir la similitud entre zonas se calculó el índice de similitud de Jaccard ( $(c/(a+b-c)) \times 100$ ), siendo  $c$  especies en común para dos zonas,  $a$  especies exclusivas de la zona  $a$  y  $b$  especies exclusiva de la zona  $b$ ).

Los datos de cobertura se analizaron con el fin de estimar de otra forma la abundancia de zarzamora. Al ser datos categóricos (rangos) y no cumplir con los supuestos de normalidad no se pudo realizar un Análisis de Varianza (ANAVA), por lo tanto, se evaluaron mediante un test no paramétrico de Kruskal-Wallis (K-H prueba) para definir si existían diferencias significativas entre las tres zonas delimitadas, estableciendo como tratamientos: zona nativa (N), zona alterada (A) y zona talada (T), este test también se realizó para el análisis de los datos de números de individuos por zona. El programa estadístico utilizado fue Infostat (Infostat, 2008).

Las especies presentes en el dosel de la zona nativa y alterada se clasificaron en nativas o exóticas y se aplicó el cálculo del índice de similitud de Jaccard entre las comunidades de ambas zonas.

Para el análisis de la variable luz, se realizó el cálculo del % de PAR transmitida y a partir de esto, se estudió si existe correlación entre la abundancia de zarzamora y la misma a través del programa Infostat. De igual modo se estudió la existencia de correlación entre la abundancia de zarzamora con la distancia al río (m), considerando como distancia máxima de las parcelas al curso de agua 200 m. El análisis de varianza de las diferentes variables permitió definir si las mismas tenían o no un efecto significativo en la abundancia de zarzamora.

Para todos los datos se realizaron análisis gráficos para visualizar de otra forma los resultados obtenidos.

#### 4. RESULTADOS

##### 4.1 ESPECIES REGENERANTES PRESENTES EN LA ZONA DE ESTUDIO.

En la Tabla 2 se presentan las especies en la comunidad de regenerantes arbóreos y arbustivos relevadas en las diferentes zonas del área de estudio, clasificadas taxonómicamente según familia, especie y nombre común.

A partir de los resultados presentados se puede observar un predominio de especies pertenecientes a las familias Myrtaceae y Leguminosae. Para el caso de Myrtaceae se encontraron especies presentes en las tres zonas de muestreo mientras que las especies pertenecientes a la familia Leguminosae tuvieron un predominio principalmente en la zona talada.

**Tabla 2**

*Lista de especies de regenerantes de arbóreos y arbustivos en la zona de estudio*

| <b>Familia</b>       | <b>Especie</b>                   | <b>Nombre común</b> | <b>Zona</b> |
|----------------------|----------------------------------|---------------------|-------------|
| <b>Anacardiaceae</b> | <i>Schinus sp.</i>               | Molle               | A           |
| <b>Asteraceae</b>    | <i>Baccharis punctata</i>        | Chirca de bañado    | A           |
| <b>Cannabaceae</b>   | <i>Celtis australis</i>          | Tala                | N           |
|                      | <i>Celtis tala</i>               | Tala                | A           |
| <b>Celastraceae</b>  | <i>Maytenus ilicifolia</i>       | Congorosa           | N, A, T     |
| <b>Euphorbiaceae</b> | <i>Sebastiania commersoniana</i> | Blanquillo          | N, A, T     |
|                      | <i>Sebastiania schottiana</i>    | Sarandí             | T           |

|                    |                                   |                     |         |
|--------------------|-----------------------------------|---------------------|---------|
| <b>Leguminosae</b> | <i>Senna corymbosa</i>            | Rama negra          | N       |
|                    | <i>Affin Mimosa sp.</i>           | Mimosa              | T       |
|                    | <i>Robinia pseudoacacia</i> **    | Robinia             | T       |
|                    | <i>Vachellia caven</i>            | Espinillo           | T       |
| <b>Meliaceae</b>   | <i>Melia azedarach</i> **         | Paraiso             | A       |
| <b>Moraceae</b>    | <i>Morus alba</i> **              | Mora                | T       |
| <b>Myrsinaceae</b> | <i>Myrsine laetevirens</i>        | Canelón             | A, N    |
| <b>Myrtaceae</b>   | <i>Blepharocalyx salicifolius</i> | Arrayán             | A, N, T |
|                    | <i>Eucalyptus tereticornis</i> *  | Eucaliptus colorado | T       |
|                    | <i>Eugenia uruguayensis</i>       | Guayabo blanco      | N, A    |
|                    | <i>Myrcianthes cisplatensis</i>   | Guayabo colorado    | T       |
|                    | <i>Myrrhimum atropurpureum</i>    | Palo de fierro      | A, N    |
| <b>Oleaceae</b>    | <i>Fraxinus pennsylvanica</i> *   | Fresno              | A, N, T |
| <b>Rhamnaceae</b>  | <i>Scutia buxifolia</i>           | Coronilla           | A       |



|                    |                               |                 |         |
|--------------------|-------------------------------|-----------------|---------|
| <b>Rosaceae</b>    | <i>Rubus ulmifolius</i> **+   | zarzamora       | A, N, T |
| <b>Santalaceae</b> | <i>Acanthosirys spinecens</i> | Quebracho flojo | N, T    |
| <b>Sapindaceae</b> | <i>Alophilus edulis</i>       | Chal-Chal       | A, N, T |
| <b>Sapotaceae</b>  | <i>Pouteria salicifolia</i>   | Mataojo         | A       |
| <b>Ulmaceae</b>    | <i>Ulmus sp.</i> **           | Olmo            | N       |

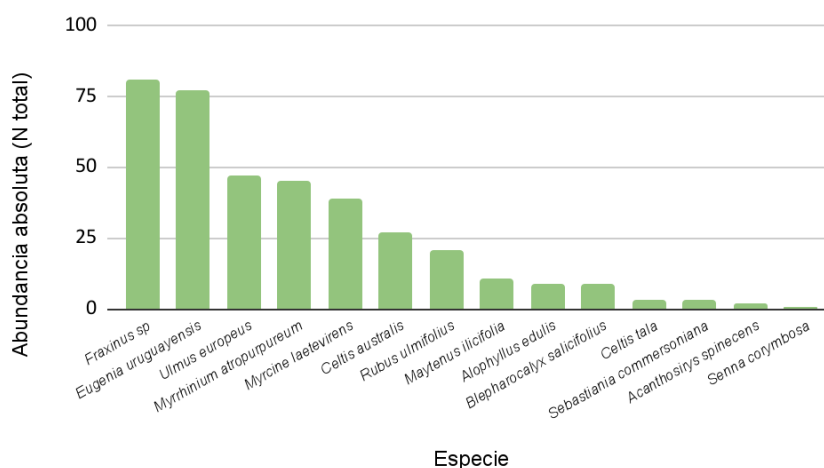
*Nota.* \* Especie exótica. \*\* Especie exótica invasora. \*\*+ *Rubus ulmifolius* especie invasora objetivo de este estudio. Se indica zona bajo la cual ocurre la especie: N: nativa, A: alterada y T: talada

#### 4.2 ESTUDIO DE LA ABUNDANCIA DE ESPECIES DE REGENERANTES POR ZONA.

En la zona nativa la especie más abundante en el área fue *Fraxinus sp.*, una especie exótica, siguiéndole *Eugenia uruguayensis*, una especie nativa (Figura 7).

#### Figura 7

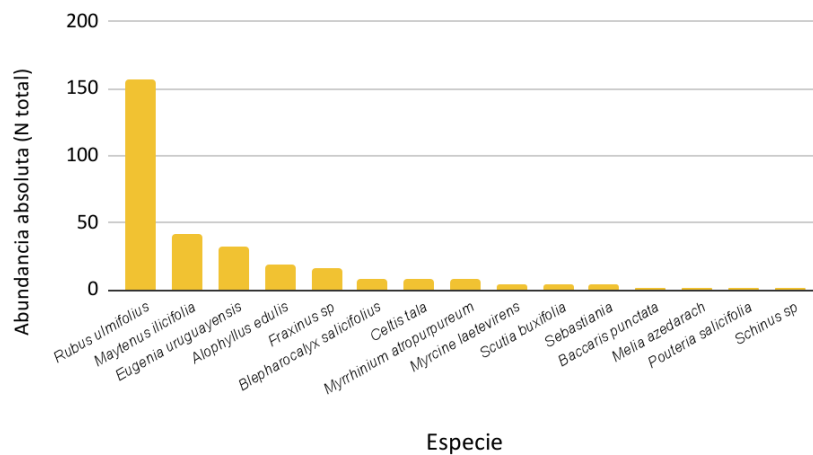
*Abundancia absoluta de especies leñosas en la zona nativa*



En la zona alterada la especie más abundante fue *Rubus ulmifolius* seguida por la especie nativa *Maytenus ilicifolia* (Figura 8).

**Figura 8**

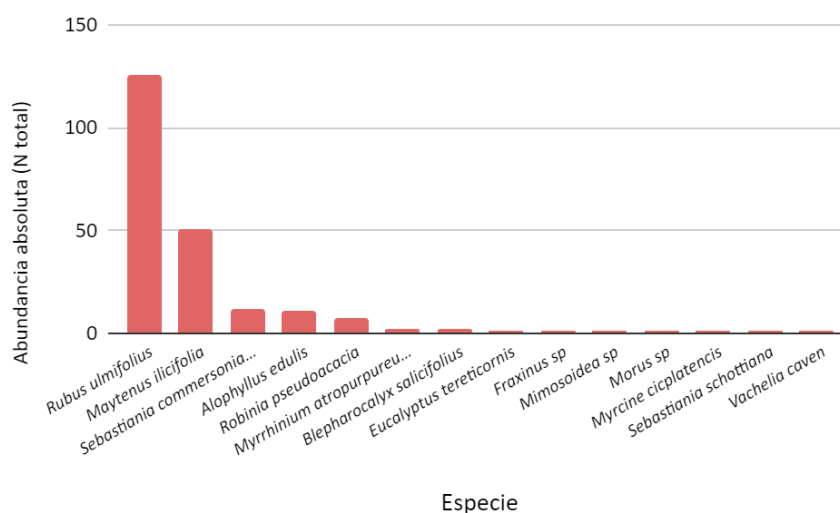
*Abundancia absoluta de especies leñosas en la zona alterada*



En la zona talada la especie más abundante fue *Rubus ulmifolius*, seguida por *Maytenus ilicifolia*, al igual que en la zona alterada, pero se observó una diferencia más marcada entre las dos primeras especies y el resto en comparación a la zona alterada (Figura 9).

**Figura 9**

*Abundancia absoluta de especies leñosas en la zona talada*

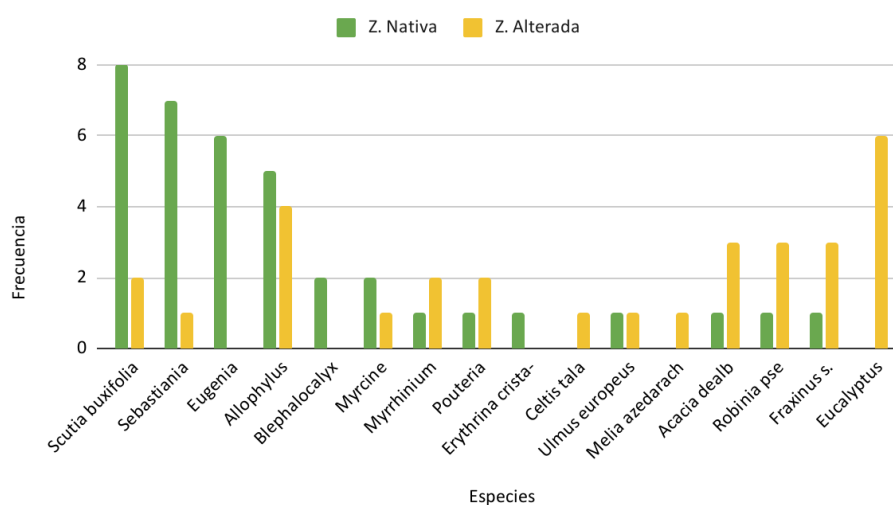


#### 4.3 ESTUDIO DE LA FRECUENCIA DE ESPECIES EN EL DOSEL POR ZONA.

En la zona nativa las especies más frecuentes en el dosel fueron *Scutia buxifolia*, *Sebastiania commersoniana*, *Eugenia uruguayensis* y *Allophylus edulis*, las tres primeras fueron las menos frecuentes en la zona alterada. En la zona alterada las especies más frecuentes fueron *Eucalyptus tereticornis*, *Allophylus edulis*, *Fraxinus sp.*, *Robinia pseudoacacia* y *Acacia dealbata*, las mismas fueron las menos frecuentes en la zona nativa, no habiendo presencia de *Eucalyptus tereticornis* (Figura 10).

**Figura 10**

*Frecuencia de especies leñosas del dosel por zona*



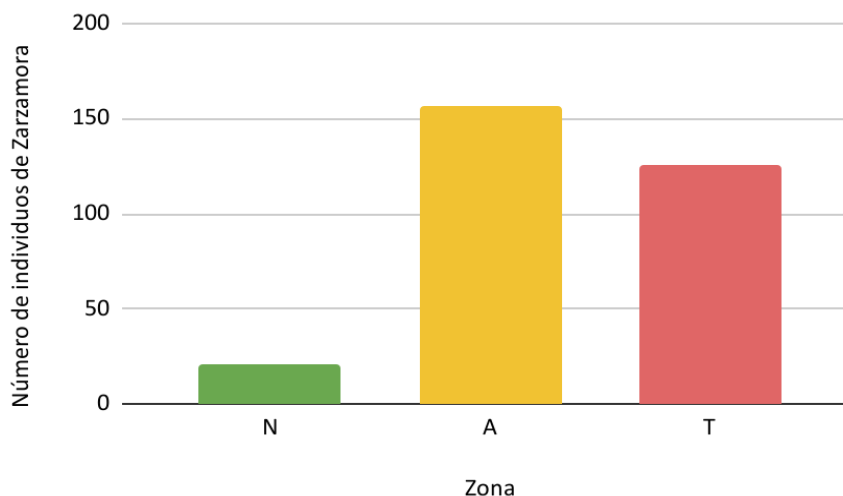
#### 4.4 ESTUDIO DE LA ABUNDANCIA DE ZARZAMORA

Para abundancia de zarzamora, en la zona nativa el número de individuos fue de 21, en la zona alterada 157 y en la zona talada 126 (Figura 11).

Para abundancia de zarzamora se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las tres zonas en cuanto al número de individuos totales ( $H_K$ - $w = 11,04$ ,  $N = 30$ ,  $p < 0,05$ ).

**Figura 11**

*Número de individuos de zarzamora por zona*



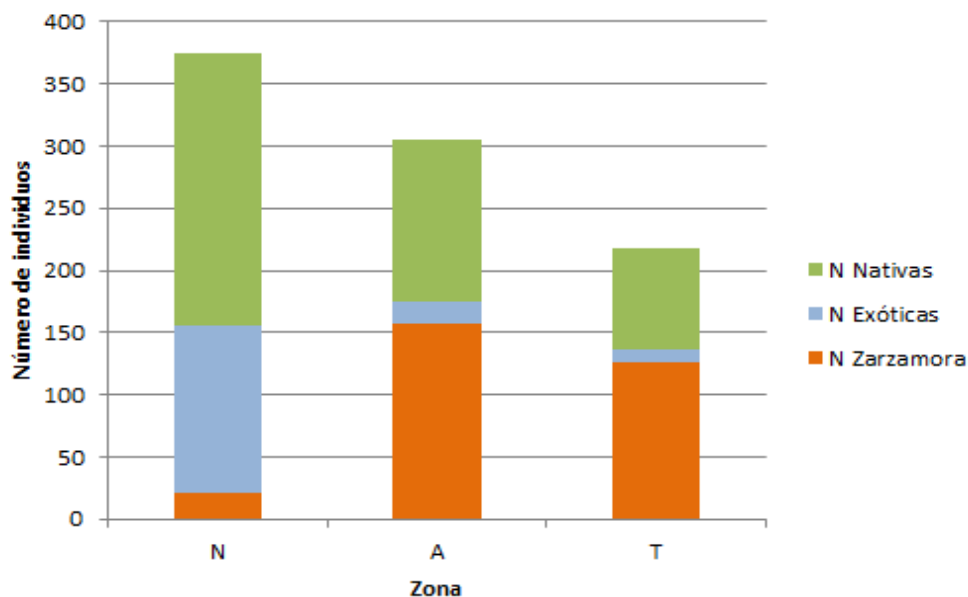
#### 4.5 ESTUDIO DE LA ABUNDANCIA DE INDIVIDUOS POR ZONA

En la zona nativa se encontró una mayor abundancia de individuos totales y de individuos de especies nativas, mientras que en la zona alterada y talada los resultados se invirtieron, siendo más abundantes los individuos exóticos (Figura 12).

Con respecto a la abundancia de individuos nativos entre zonas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $H_{K-W} = 4,14$ ,  $N = 30$ ,  $p = 0,1244$ ).

Con respecto a la abundancia de individuos exóticos entre zonas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $H_{K-W} = 0,94$ ,  $N = 30$ ,  $p = 0,6182$ ).

Con respecto a la abundancia de zarzamora entre zonas se encontraron diferencias significativas ( $H_{K-W} = 11,04$ ,  $N = 30$ ,  $p < 0,05$ ).

**Figura 12***Número de individuos por zona*

#### 4.6 RIQUEZA DE ESPECIES E ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y SIMILITUD

Como se presenta en la Tabla 3, la riqueza de especies en la zona nativa fue de 13, en la zona alterada 15 y en la zona talada 14. Del total de especies en la zona nativa, 10 fueron especies nativas, y 3 especies exóticas; en la zona alterada 11 especies fueron nativas y 4 exóticas; y en la zona talada 9 especies fueron nativas y 5 exóticas.

El índice de Shannon es un estimador de diversidad que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (Moreno, 2001). Resultados menores a 2 indican baja diversidad, y mayores a 3 alta diversidad. Según los resultados presentados en la Tabla 3, considerando los índices de diversidad para todas las especies de regenerantes puede observarse que, en la zona alterada y talada la diversidad de especies fue baja, mientras que en la zona nativa fue mayor. Considerando sólo las especies nativas de regenerantes, la diversidad de especies para las tres zonas fue baja ya que en todos los casos fue menor a 2.

**Tabla 3**

*Riqueza de especies (S) e índice de diversidad de Shannon, para las tres zonas de estudio*

| Zona | S total | S nativas | S exóticas | Índice de Shannon (total) | Índice de Shannon (solo nativas) |
|------|---------|-----------|------------|---------------------------|----------------------------------|
| N    | 13      | 10        | 3          | 2,16                      | 1,41                             |
| A    | 15      | 11        | 4          | 1,72                      | 1,17                             |
| T    | 14      | 9         | 5          | 1,33                      | 0,83                             |

El índice de Jaccard es un estimador de la similitud entre sitios, el intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001).

Según los resultados obtenidos en la Tabla 4, y considerando todas las especies de regenerantes, las zonas que se asemejan más, en cuanto a composición de especies, fueron la zona nativa y alterada, mientras que las más diferentes fueron la zona alterada y talada. Al considerar sólo las especies nativas de regenerantes para el cálculo del Índice, se observaron los mismos resultados.

**Tabla 4**

*Índices de similitud para las tres zonas de estudio*

| Zonas | Índice de Jaccard (total) | Índice de Jaccard (solo nativas) |
|-------|---------------------------|----------------------------------|
| N - A | 0,52                      | 0,57                             |
| N - T | 0,33                      | 0,33                             |
| A - T | 0,26                      | 0,25                             |

El índice de Jaccard considerando todas las especies del dosel fue 0,63, y solo para las especies nativas del dosel fue 0,60. A partir de los resultados obtenidos podría decirse que las comunidades del dosel en la zona nativa y alterada tienen un grado de similitud, ya que el índice de Jaccard es mayor a 0,5 (Tabla 5).

**Tabla 5**

*Índice de similitud para el dosel de las zonas nativa y alterada*

|  |      |
|--|------|
| Índice de Jaccard (todas las especies) | 0,63 |
| Índice de Jaccard (solo nativas)       | 0,60 |

#### 4.7 DIFERENCIAS EN LAS COBERTURAS DEL SUELO

Para cobertura de zarzamora se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre zonas ( $H_{K-W} = 6,18$ ,  $N = 30$ ,  $p < 0,05$ ). La zona nativa se diferenció de las zonas alterada y talada, y no se registraron diferencias significativas entre estas dos últimas.

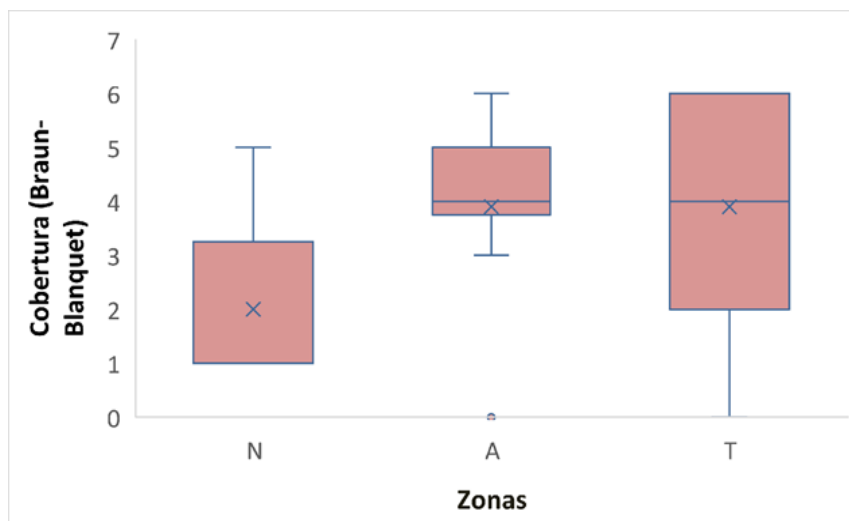
Para cobertura de mantillo, la zona talada arrojó diferencias estadísticamente significativas con respecto a la zona nativa y alterada: K-H prueba ( $H_{K-W} = 14,63$ ,  $N = 30$ ,  $p < 0,0001$ ).

Con respecto al suelo desnudo, al igual que sucedió con el mantillo, la zona talada presentó diferencias estadísticamente significativas en relación a la zona nativa y alterada por tener más suelo desnudo: K-W prueba ( $H_{K-W} = 16,32$ ,  $N = 30$ ,  $p < 0,0002$ ).

Para cobertura de herbáceas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $H_{K-W} = 2,86$ ,  $N = 30$ ,  $p = 0,22$ ) entre las zonas nativa alterada y talada K-H prueba. (Figuras 13 y 14).

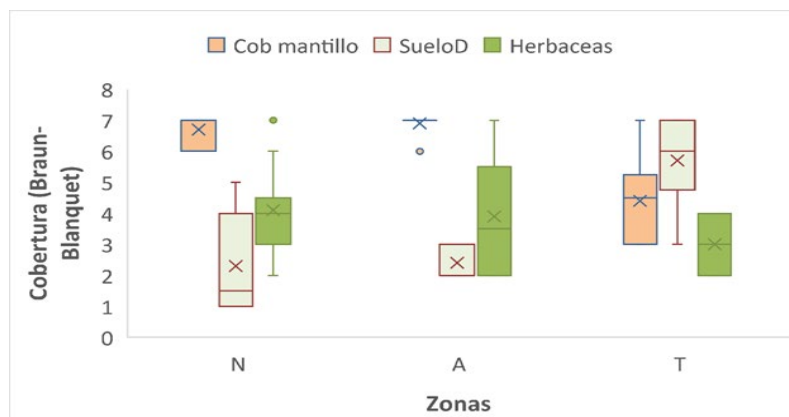
### Figura 13

*Cobertura de zarzamora por zona*



**Figura 14**

*Cobertura de mantillo, suelo desnudo y herbáceas por zona*

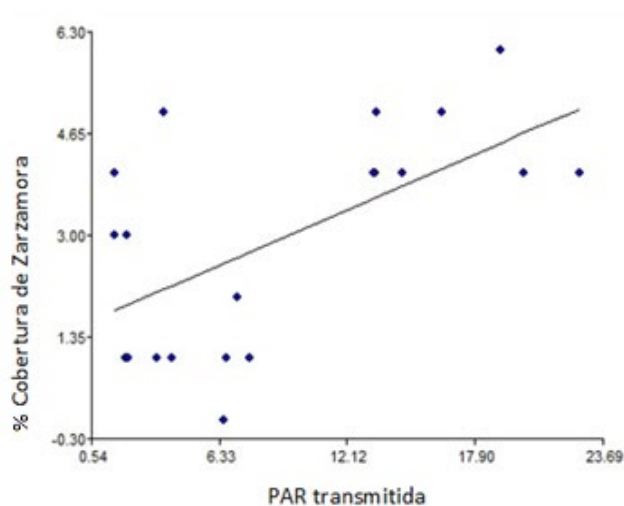


#### 4.8 ESTUDIO DE LA RELACIÓN ENTRE ABUNDANCIA DE ZARZAMORA Y FACTORES AMBIENTALES.

Se encontró una relación positiva y significativa ( $R^2 = 0,47$ ,  $N=20$ ,  $p < 0,05$ ) entre la abundancia total de zarzamora de zonas nativa y alterada y la PAR transmitida (Figura 15). La cobertura de zarzamora estuvo explicada en un 47 % por la PAR transmitida.

**Figura 15**

*Cobertura de zarzamora (%) para zonas nativa y alterada en relación a la PAR transmitida*

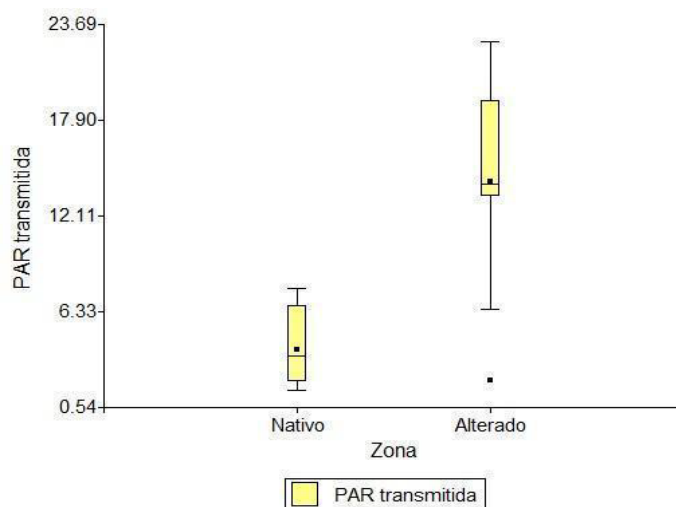


En cuanto a la PAR transmitida por parcela puede observarse que la misma es mayor para las parcelas pertenecientes a la zona alterada (Figura 16).



**Figura 16**

*PAR transmitida por parcela por zona*

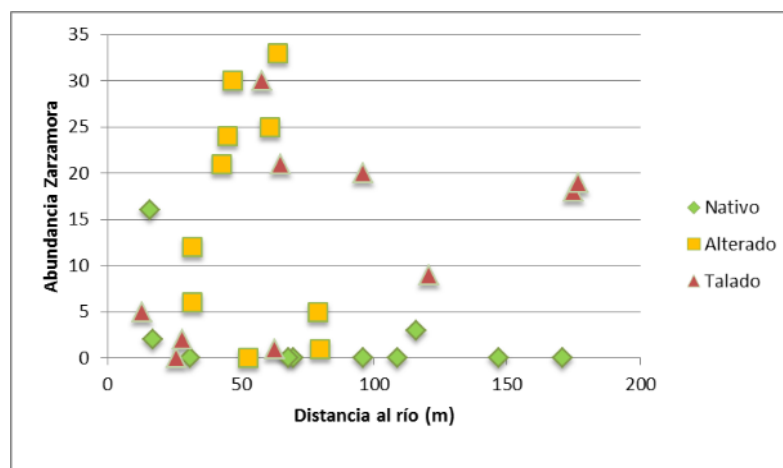


Para las variables abundancia de zarzamora y distancia al río, los análisis de correlación no detectaron una asociación entre ambas ( $N= 20$ ,  $p> 0,05$ ), considerando como distancia máxima de las parcelas al río 200 m.

En la figura 17 se puede apreciar que no existió una tendencia clara de dispersión de los datos en lo que respecta a la abundancia de zarzamora con relación a la distancia al río para las tres zonas de muestreo.

**Figura 17**

*Estudio del efecto de la distancia al río de las parcelas en la abundancia de zarzamora, tomando como distancia máxima 200 m*



## 5. DISCUSIÓN

Si bien la zona de estudio corresponde a un bosque nativo, se pudo observar una importante presencia de especies exóticas invasoras en todas las zonas delimitadas según el gradiente de perturbación. El resultado obtenido para la abundancia de especies por zona, para la zona nativa reflejó la importante presencia de exóticas en regenerates del bosque nativo, a causa del rebrote de especies y de la dispersión de semillas de árboles presentes en el dosel de esta zona o de zonas aledañas. *Fraxinus* sp. es una especie tolerante a la sombra, esto también podría ser una causa de la importante presencia de esta especie en la zona, dado que no se ve afectada por la presencia del dosel adulto del bosque que intercepta la radiación. Para la zona alterada la presencia de *Rubus ulmifolius* fue mucho mayor en comparación al resto de las especies, lo que evidencia la capacidad de invasión que presenta esta especie y el cambio en la composición florística de la zona. Para las tres zonas, la especie predominante fue una exótica invasora, lo que evidencia el grado de alteración e invasión de la zona de estudio, dado que en el área considerada como nativa e incluida dentro de un área protegida, la abundancia de regenerantes es dominada por especies exóticas invasoras. Las tres zonas son comunidades dominadas, donde unas pocas especies presentan la mayor cantidad de individuos, y otras especies más raras presentan pocos individuos.

Con respecto al dosel, en la zona nativa se observó un predominio de especies nativas que redujeron su presencia en la zona alterada. Lo contrario ocurrió en la zona alterada, donde las especies exóticas fueron las predominantes, con baja presencia de nativas, a excepción de *Allophylus edulis*.

Las diferencias estadísticamente significativas obtenidas para abundancia de zarzamora entre zonas se traducen en que el mayor número de individuos de zarzamora se registró en la zona alterada, seguido de la zona talada, este resultado puede deberse a las condiciones del dosel que permiten en estas zonas una mayor incidencia de la radiación solar, lo que propicia el crecimiento y dispersión de esta especie (considerando que se relaciona a procesos fisiológicos de la planta). En la zona nativa el número de individuos de zarzamora fue mucho menor que en el resto de las zonas de muestreo, esto podría deberse a la presencia de un dosel más denso que disminuye la cantidad de radiación solar que llega a la superficie, este resultado se condice con lo presentado en la revisión bibliográfica (Castroviejo, 1987, como se cita en Cifuentes Lepimán, 2018).

En la zona nativa, la proporción de individuos de zarzamora en relación a otras exóticas es bajo, esto se debe a que en esta zona dominan especies exóticas como *Fraxinus* sp. y *Ulmus* sp. La baja presencia de zarzamora respecto a otras exóticas responde a la radiación incidente en esa zona.

En la zona alterada la cantidad de individuos de zarzamora en relación al número de individuos exóticos es mucho mayor, lo cual indica que la especie exótica predominante es zarzamora. En la zona talada se da una situación similar a la zona alterada, siendo más baja la relación aún.

En la zona nativa se registró una mayor abundancia de individuos nativos que exóticos, mientras que en la zona alterada y talada esta situación se revirtió, siendo los individuos exóticos regenerados mayores a los nativos. A pesar de que los resultados de los análisis estadísticos para abundancia de individuos nativos y exóticos entre zonas fueron no significativos, la mayor abundancia de individuos nativos se registró en la zona nativa, seguido por la alterada y la talada, este comportamiento es acorde al grado de alteración presente en las diferentes zonas de muestreo, donde la zona nativa es la menos intervenida, por ende predominan los individuos nativos, y la zona talada la más intervenida, con un predominio de individuos exóticos, esto coincide con lo que se esperaba encontrar en el bosque teniendo en cuenta el gradiente de alteración existente.

La riqueza de especies fue mayor en la zona alterada, siguiéndole la zona talada, y por último la zona nativa. La mayor riqueza de especies en la zona alterada puede deberse a que la tala de la vegetación generó condiciones propicias para el avance y establecimiento de especies exóticas invasoras y el desplazamiento de las nativas, por esta misma razón se observó una menor riqueza de especies nativas en esta zona. Si bien la zona con mayor número de especies fue la zona alterada, la zona con mayor diversidad de especies fue la zona nativa, esto se explica porque el índice de Shannon calcula la diversidad de especies teniendo en cuenta la frecuencia de individuos de cada especie, siendo la zona nativa la que presentó mayor número de individuos, por ende mayor frecuencia y mayor diversidad.

La zona de muestreo que presentó mayor diversidad de especies fue la zona nativa, seguido por la zona alterada y talada, para ambos casos, considerando el total de especies y sólo especies nativas.

Sería esperable que las zonas menos similares fueran la nativa y talada, sin embargo, esto en la realidad no se vio reflejado. Se considera que esto se debe a que el área talada procedía de un bosque nativo, teniendo en cuenta las características de las zonas aledañas, lo cual genera que su composición florística no se diferencie en gran medida de la zona más nativa. Los índices de similitud para las diferentes zonas considerando solo las especies nativas siguieron la misma tendencia que los resultados obtenidos considerando todas las especies.

Con respecto a los resultados obtenidos del estudio de las diferentes coberturas, la menor cobertura de zarzamora en la zona nativa se debería a la estructura del dosel que disminuye el pasaje de luz hacia el suelo. La zona nativa y alterada no se diferencian en cuanto a cobertura de mantillo dada la presencia de un dosel que genera este tipo de cobertura, en cambio en la zona talada no hay presencia de árboles adultos en el dosel que generen un mantillo en la actualidad, sumado a que el mantillo que se encontraba previamente en el suelo fue removido por el transporte de maquinaria en la zona y por las condiciones ambientales (erosión por agua del río). La diferencia en cuanto al suelo desnudo en la zona talada podría deberse a la ausencia de mantillo y el grado de perturbación que presenta el suelo como consecuencia del tránsito de maquinaria para la instalación de la línea de UTE.

La correlación positiva entre las variables abundancia de zarzamora y PAR transmitida explica la distribución y abundancia de individuos de zarzamora a lo largo de los tres gradientes de perturbación de la zona de estudio, siendo la misma más abundante en las zonas donde el dosel es menos denso o ausente (alterada y talada respectivamente) y menos abundante en la zona donde el dosel es más cerrado y la PAR transmitida es menor (zona nativa).

La variable distancia al río no estaría teniendo ningún efecto sobre la abundancia de la especie; por lo tanto, se puede concluir que ambas variables no están relacionadas entre sí. La abundancia de zarzamora al menos en los primeros 200 m desde el río no parece estar influida por qué tan cerca se encuentra la parcela del agua.

## 6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo indican claramente que el área de estudio presenta una invasión por zarzamora, comprobando a través de la evaluación de su abundancia y cobertura que la misma responde al gradiente de perturbación antrópica en el bosque ribereño del Río San José. La menor presencia de esta invasora fue en la zona nativa, aumentando hacia la zona alterada y talada. Para las comunidades de regenerantes en las tres zonas de muestreo la primera especie que domina es una exótica, teniendo en cuenta que es un bosque ribereño dentro de un área protegida del SNAP, es un dato altamente preocupante ya que los regenerantes son los individuos que se establecerían a futuro y formarían el dosel adulto y a su vez la fuente de semilla para las futuras generaciones. Esto indicaría que la zona nativa a futuro iría aumentando la proporción de individuos exóticos respecto a los nativos, lo cual relativizaría la condición de nativa de esta zona, esto no puede afirmarse con un muestro de un solo año, podría decirse que ocurriría en caso de que siguieran manteniéndose las condiciones observadas durante el muestreo realizado para este trabajo. En el dosel de la zona nativa se encontró un dominio de especies nativas como *Scutia buxifolia*, *Sebastiania commersoniana* y *Eugenia uruguayensis*, mientras que en la zona alterada el predominio fue de especies exóticas como *Eucalyptus tereticornis*, el dosel indica la estructura de las comunidades más originarias, esto da la pauta de que las especies presentes representan a las zonas establecidas por el grado de alteración que se ha generado en el correr de los años. La cobertura del suelo por zarzamora fue significativamente menor en la zona nativa, respecto a la zona alterada y talada. Asimismo, el hallazgo de una relación positiva entre la incidencia de luz y la abundancia de zarzamora, refuerza la idea de que la diferencia en la densidad del dosel entre zonas está fuertemente involucrada al grado de invasión. En el caso de la zona nativa hay menor incidencia de luz en el sotobosque, dado que la estructura del dosel es más cerrada. Esto evidencia que las zonas de muestreo no tienen exactamente la misma composición, pese a que los índices de similitud indiquen que son similares.

El presente estudio evidencia el efecto de la degradación antrópica, en este caso por deforestación y EEI, sobre la diversidad y estructura de los bosques nativos y remarcan la importancia de gestionar adecuadamente los bosques y fiscalizar las acciones en sistemas naturales y agrarios, en especial dentro de áreas protegidas.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Aber, A., Ferrari, P., Zerbino, S., Porcile, J. F., Brugnoli, E., & Nuñez, L. (Eds.). (2014). *Especies exóticas invasoras en el Uruguay*. CEEI.
- Aldabe, J., Mejía, P., & Morena, V. (Eds.). (2009). *Propuesta de proyecto de selección y delimitación del área Humedales del Santa Lucía para su ingreso al SNAP*. MVOTMA.
- Avila Fonseca, F. (2011). *El cultivo de la Zorzamora* [Trabajo final de grado]. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Baeriswyl Rada, F. (2017). *Proyecto MMA/GEF/PNUD: Fortalecimiento de los Marcos Nacionales para la Gobernabilidad de las especies exóticas invasoras (EEI): Proyecto piloto en el Archipiélago Juan Fernández: Informe final 2013-2017*. Comisión de Especies Exóticas Invasoras; GEF; PNUD.  
<https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/CHL/Informe%20Final%20proyecto%20JFA.PDF>
- Bancho Ferrarri, R. (2013). *Invasión de especies vegetales exóticas y restauración del monte nativo de barrancas de Melilla* [Tesis de maestría]. Universidad de la República.
- Base de Datos de Especies Exóticas Invasoras de Uruguay. (2011). *Rubus ulmifolius Schott\**. Facultad de Ciencias; Organización de los Estados Americanos; Red Interamericana de Información sobre Biodiversidad.  
[http://inbuy.fcien.edu.uy/fichas\\_de\\_especies/DATAonline/DBASEimpresiones/Rubus\\_ulmifolius\\_i.pdf](http://inbuy.fcien.edu.uy/fichas_de_especies/DATAonline/DBASEimpresiones/Rubus_ulmifolius_i.pdf)
- Blumetto, O. (2015). Especies exóticas invasoras: Un problema biológico, una solución cultural. En Dirección General de Desarrollo Rural (Ed.), *Conservación y uso sostenible de la biodiversidad* (pp. 38-41).  
<http://www.guayubira.org.uy/monte/bibliografia/PPR-Seminario-Biodiversidad.pdf>
- Blumetto, O., & Brazeiro, A. (2022). Ganado e invasión del bosque nativo por árboles exóticos: Desde la facilitación al control. En J. Paruelo, V. Ciganda, I. Gasparri, & A. Panizza (Eds.), *Oportunidades y desafíos del uso de los bosques nativos integrados a la producción ganadera de Uruguay* (pp. 41-52). INIA. <http://doi.org/10.35676/INIA/ST.261>
- Brazeiro, A., Bresciano, D., Brugnoli, E., & Iturburu, M. (Eds.). (2021). *Especies exóticas invasoras de Uruguay: Distribución, impactos socioambientales y estrategias de gestión*. CEEI; MA; RETEMA; Udelar.
- Brugnoli, E., & Laufer, G. (Eds.). (2018). *Ecología, manejo y control de especies exóticas e invasoras en Uruguay, del diagnóstico a la acción*. MVOTMA; CEEI; Convenio sobre la Diversidad Biológica.
- Búrmida, M. (2011). *Leñosas exóticas en bosques fluviales de la zona sur del Uruguay: Perturbación antrópica y grado de invasión* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibrí.  
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/1670>
- Caballero, N. (2015). Análisis de las invasiones de especies leñosas exóticas en las Quebradas del Norte de Uruguay. En A. Aber, S. Zerbino, J. F. Porcile, R. Seguí, & R. Balero (Eds.), *Especies exóticas invasoras leñosas: Experiencias de control* (pp. 26-31). MVOTMA; CEEI.

- Ceballos, S. J., Jiménez, Y. G., & Fernández, R. D. (2020). Estructura de los bosques de *Gleditsia triacanthos* en función de la edad (valle de La Sala, Tucumán, Argentina). *Ecología Austral*, 30(2), 251-259.  
<https://doi.org/10.25260/EA.20.30.2.0.1083>
- Cifuentes Lepimán, V. N. (2018). *Distribución y condiciones ambientales asociadas a la invasión de Rubus ulmifolius Schott (Zarzamora) en la Reserva Nacional Río Clarillo* [Trabajo final de grado]. Universidad de Chile.
- Comparatore, V., & Mazzolari, A. (2009, 16 de febrero). Invasión de Zarzamora en Laguna de los Padres. *Argentina Investiga*.  
[https://argentinainvestiga.edu.ar/noticia.php?titulo=invasin\\_de\\_zarzamora\\_en\\_laguna\\_de\\_los\\_padres&id=409](https://argentinainvestiga.edu.ar/noticia.php?titulo=invasin_de_zarzamora_en_laguna_de_los_padres&id=409)
- De Santiago, F., Bresciano, D., Del Pino, L., Castagna, A., & Blumetto, O. (2019). Evaluación del efecto del pastoreo con bovinos como herramienta de control de ligustro (*Ligustrum lucidum*) en bosque parque. *Ecosistemas*, 28(2), 109-115.
- Dirección General de Recursos Naturales. (s.f.). *CONEAT, carta de suelos y cartografía de campo natural*. MGAP.  
<https://dgrn.mgap.gub.uy/js/visores/dgrn/>
- Espinoza, N. (2009). Zarzamora: Ecología y control. *Tierra Adentro*, (83), 50-52.  
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/5051/NR35660.pdf?sequence=1&isAllowed=>
- Fontes, C. (2015). Control de especies exóticas invasoras a orillas del arroyo Solís Grande. En A. Aber, S. Zerbino, J. F. Porcile, R. Seguí, & R. Balero (Eds.), *Especies exóticas invasoras leñosas: Experiencias de control* (pp. 38-43). MVOTMA; CEEI.
- Franco, M. G., Plaza, M. C., Medina, M., Pérez, C., Mundo, I. A., Cellini, J. M., & Arturi, M. F. (2018). Talaes del NE bonaerense con presencia de *Ligustrum lucidum*: Cambios en la estructura y dinámica del bosque. *Ecología Austral*, 28(3), 502-512.  
<https://doi.org/10.25260/EA.18.28.3.0.684>
- Gaggero, I., & Inthamoussu, R. (2021, 7 de agosto). Margat: El paraje de Canelones donde las plantas autóctonas conviven con una selección europea. *La Diaria*. <https://ladiaria.com.uy/lento/articulo/2021/8/margat-el-paraje-de-canelones-donde-las-plantas-autoctonas-conviven-con-una-seleccion-europea/>
- Google Earth. (2023). [Rincón de Buschental, San José, Uruguay. Imagen satelital]. Recuperado el 3 de marzo de 2023, de  
[https://earth.google.com/earth/d/1pVcv7M6RUfcZDEkPNNLZ0Ockn\\_dK\\_i\\_gg?usp=sharing](https://earth.google.com/earth/d/1pVcv7M6RUfcZDEkPNNLZ0Ockn_dK_i_gg?usp=sharing)
- Haretche, F., & Brazeiro, A. (2018). Evaluación de métodos de control de *Ligustrum lucidum* W. T. Aiton adultos en un bosque nativo de barranca (Melilla, Montevideo). En A. Brazeiro (Ed.), *Seminario: Recientes avances en investigación para la gestión y conservación del bosque nativo de Uruguay: Libro de resúmenes* (pp. 43-45). Facultad de Ciencias; MGAP.  
[http://aia.org.uy/sites/default/files/seminario\\_investigaciones.pdf](http://aia.org.uy/sites/default/files/seminario_investigaciones.pdf)

- InfoStat. (2008). *InfoStat Software estadístico: Manual del Usuario: Versión 2008*. Brujas.  
[https://www.researchgate.net/publication/283491340\\_Infostat\\_manual\\_de\\_usuario](https://www.researchgate.net/publication/283491340_Infostat_manual_de_usuario)
- Instituto Uruguayo de Meteorología. (s.f.). *Tablas estadísticas*.  
<https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticas-climatologicas/tablas-estadisticas>
- Intendencia de Montevideo. (s.f.). *Humedales del Santa Lucía: Un ecosistema fundamental*. Departamento de Desarrollo Ambiental.  
<https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/publicaciona5humedalesdesantalucia.pdf>
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., & De Poorter, M. (2004). *100 of the world's worst invasive alien species: A selection from the Global Invasive Species Database*. The Invasive Species Specialist Group; The World Conservation Union; Species Survival Commission; bionet.  
<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2000-126.pdf>
- Martin-Albarracín, V. L. (2016). *Rubus ulmifolius Schott*. En I. Herrera, E. Goncalvez, A. Pauchard, & R. O. Bustamante (Eds.), *Manual de plantas invasoras de Sudamérica* (pp. 88-89). Instituto de Ecología y Biodiversidad; Universidad de Chile; Universidad de Concepción; Laboratorio de Invasiones Biológicas; Facultad de Ciencias Forestales; Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas; Universidad Espíritu Santo. <http://www.lib.udec.cl/wp-content/uploads/2017/11/manual-invasoras-sudamerica.pdf>
- Matthews, S., & Brand, K. (Ed.). (2005). *GISP: El Programa Mundial sobre Especies Invasoras*. Programa Mundial sobre Especies Invasoras.  
<https://www.gisp.org/publications/invaded/gispSAmericasp.pdf>
- Mazzolari, A., & Comparatore, V. (2014). Invasión de *Rubus ulmifolius* (Rosaceae) en la reserva integral Laguna de los Padres, Buenos Aires, Argentina: Bases para el trazado de estrategias de manejo y recuperación del bosque nativo. *BioScriba*, 7(1), 19-29.  
[https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/34034/CONICET\\_Digital\\_Nro.f24e4a16-2315-4ea5-8810-db1acc32f030\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/34034/CONICET_Digital_Nro.f24e4a16-2315-4ea5-8810-db1acc32f030_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Mazzolari, A., Comparatore, V., & Bedmar, F. (2011). Control of elmleaf blackberry invasion in a natural reserve in Argentina. *Journal for Nature Conservation*, 19(3), 185-191. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2010.12.002>
- McNeely, J. A., Mooney, H. A., Neville, L. E., Schei, P., & Waage, J. K. (Eds.). (2001). *Estrategia mundial sobre especies exóticas invasoras*. UICN.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (2018). *Estrategia nacional de bosque nativo*. [https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/estrategia\\_nacional\\_de\\_bosque\\_nativo.pdf](https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/estrategia_nacional_de_bosque_nativo.pdf)



- Monasterio-Huelin y Macía, E. (2005). *Revisión taxonómica del género Rubus L (Rosaceae) en la Península Ibérica e Islas Baleares* [Disertación doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. Docta Complutense.  
<https://docta.ucm.es/bitstreams/cd78d35c-2bbb-42b3-8a7a-7c41c2472a9c/download>
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. CYTED; ORCYT/UNESCO; SEA.  
<http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Richardson, D. M., Pysek, P., Rejmánek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D., & West, C. J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: Concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 6(2), 93-107.  
<https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x>
- Rizzo, I. (2019). *Evaluación de métodos de control de la exótica invasora Gleditsia triacanthos L. en un bosque ribereño* [Trabajo final de grado, Universidad de la Republica]. Colibrí.  
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/29572>
- Sosa, B., Caballero, N., Fernández, G., & Achkar, M. (2015). Control de la especie invasora *Gleditsia triacanthos* en el Parque Nacional Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay (2004). En A. Aber, S. Zerbino, J. F. Porcile, R. Seguí, & R. Balero (Eds.), *Especies exóticas invasoras leñosas: Experiencias de control* (pp. 31-35). MVOTMA; CEEI.
- Vilà, M., Valladares, F., Travest, A., Santamaría, L., & Castro, P. (Coords.). (2008). *Invasiones biológicas*. CSIC.

## 8. ANEXOS

## Anexo A

Listado de las 42 especies exóticas identificadas como invasoras por el Comité de especies exóticas invasoras (CEEI) en Uruguay

1. *Acacia longifolia* (Andrews) Willdenow, 1806
2. *Carpobrotus edulis* (Linnaeus) Brown, 1926
3. *Coleostephus myconis* (Linnaeus) Cassini, 1826
4. *Cynodon dactylon* (Linnaeus) Persoon, 1805
5. *Crateagus, Cotoneaster, Pyracantha sp.*
6. *Eragrostis plana* Nees
7. *Fraxinus lanceolata* Borkh, 1800
8. *Gleditsia triacanthos* Linnaeus, 1753
9. *Iris pseudacorus* Linnaeus, 1753
10. *Ligustrum lucidum* Aiton, 1810
11. *Pittosporum undulatum* Venttenant, 1802
12. *Populus alba* Linnaeus, 1753
13. *Rubus ulmifolius* Schott
14. *Senecio madagascariensis* Poir, 1817
15. *Sorghum halepense* (Linnaeus) Persoon, 1805
16. *Spartium junceum* Linnaeus, 1753
17. *Ulex europaeus* Linnaeus, 1753
18. *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762)
19. *Triatoma infestans* (Klug, 1834)
20. *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912)
21. *Haematobia irritans* Linnaeus, 1758
22. *Reticulitermes flavipes* (Kollar, 1837)
23. *Axis axis* (Erleben, 1777)
24. *Lepus europaeus* Pallas, 1778
25. *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802)
26. *Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769
27. *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758)
28. *Mus musculus* Linnaeus, 1758
29. *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758)
30. *Carduelis carduelis* (Linnaeus, 1758)
31. *Estrilda astrild* (Linnaeus, 1758)
32. *Sturnus vulgaris* Linnaeus, 1758
33. *Membraniporopsis tubigera* (Osburn, 1940)
34. *Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel, 1923)
35. *Ligia exotica* Roux, 1828
36. *Neomysis americanax* Smith, 1873
37. *Corbicula fluminea* (Müller, 1774)
38. *Limnoperma fortunei* Dunker, 1857
39. *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846)
40. *Styela plicata* (Lesueur, 1923)
41. *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)
42. *Trachemys scripta elegans* (Wied-Neuwied, 1839)

**Anexo B***Control mecánico con azada*

**Anexo C**

*Control químico de Zarzamora mediante aplicación de herbicida al follaje con nebulizador de espalda*



**Anexo D**

*Control biológico por medio de enemigos naturales*



**Anexo E**

*Foto mostrando el grado de invasión de Zarzamora en el área de estudio*





## Anexo F

*Imagen del área de estudio delimitada según gradiente de perturbación*



**Nota.** Elaborado a partir de Google Earth (2023).

### Bibliografía Anexo F

Google Earth. (2023). [Rincón de Buschental, San José, Uruguay. Imagen satelital]. Recuperado el 3 de marzo de 2023, de [https://earth.google.com/earth/d/1pVcv7M6RUfcZDEkPNNLZ0Ockn\\_dK\\_iqq?usp=sharing](https://earth.google.com/earth/d/1pVcv7M6RUfcZDEkPNNLZ0Ockn_dK_iqq?usp=sharing)

**Anexo G**

*Foto mostrando parcela de 4 m<sup>2</sup> en la zona nativa.*





**Anexo H**

*Foto mostrando parcela de 4 m<sup>2</sup> en la zona alterada.*



**Anexo I**

*Foto mostrando parcela de 4 m<sup>2</sup> en la zona talada.*



**Anexo J**

*Imagen del Ceptómetro LP-80 utilizado para el estudio de la incidencia de luz en las distintas zonas*

