



# INFORME

## ANÁLISIS DE LAS ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS (EEI) EN BOSQUES NATIVOS DEL URUGUAY, EN BASE A PARCELAS DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL (IFN)

Proyecto REDD+ Uruguay

Coordinación Técnica: Diego Martino

Autora principal: María Laura García de Souza

Autores colaboradores: César Justo, Carlos Miguel

El proyecto REDD+ es ejecutado en el marco de un acuerdo interministerial entre el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca y el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Como parte de este acuerdo participan directamente en su implementación la Dirección General Forestal, la Oficina de Programación y Políticas Agropecuarias, la Dirección Nacional de Medio Ambiente y la División de Cambio Climático. El proyecto REDD+ cuenta con apoyo financiero del Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF).

## AGRADECIMIENTOS

María Emilia Arriaga (DGF-MGAP), Raquel Balero (DGF-MGAP), Leonardo Boragno (DGF-MGAP), Mariana Boscana (DGF-MGAP), Eduardo Díaz (DGF-MGAP), Joaquín Garrido (DGF-MGAP), Andrés González (DGF-MGAP), Aurora Ros (DGF-MGAP).

Este documento debe citarse como:

Proyecto REDD+ Uruguay (2019). Análisis de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) en Bosques Nativos del Uruguay, en base a parcelas del Inventario Forestal Nacional (IFN). Garcia de Souza, M. L., Justo, C., Miguel, C. y Martino, D. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca - Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Montevideo.

En este documento se emplea el masculino gramatical, como término inclusivo para aludir a colectivos mixtos, o en contextos genéricos o inespecíficos.

## INDICE

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablas, Gráficas y Mapas.....                                                                 | 4  |
| 1.Introducción .....                                                                          | 5  |
| 2.Objetivos.....                                                                              | 6  |
| 3.Metodología.....                                                                            | 6  |
| 3.1.Generalidades sobre el IFN .....                                                          | 6  |
| 3.2.Localización de las parcelas de BN del IFN .....                                          | 8  |
| 3.2.1.Ubicación de las parcelas de BN según departamento .....                                | 8  |
| 3.2.2.Ubicación de las parcelas según tipo de bosque nativo.....                              | 9  |
| 3.3.IFN y su relación con las EEI .....                                                       | 9  |
| 3.4.Metodología para el análisis de los datos de EEI .....                                    | 11 |
| 4.Resultados y Discusión .....                                                                | 11 |
| 4.1.Porcentaje de parcelas invadidas .....                                                    | 11 |
| 4.2.Localización de las parcelas “invadidas” o con presencia de EEI.....                      | 12 |
| 4.3.Localización de las parcelas “invadidas” o con presencia de EEI según tipo de bosque .... | 13 |
| 4.4.Grado o severidad de la Invasión.....                                                     | 14 |
| 4.5.Análisis según especie invasora.....                                                      | 15 |
| 4.6.Análisis según región del país .....                                                      | 18 |
| 5.Conclusiones.....                                                                           | 21 |
| 6.Recomendaciones.....                                                                        | 21 |
| 7.Bibliografía.....                                                                           | 23 |

## TABLAS, GRÁFICAS Y MAPAS

Tabla 1. Puntos de muestreo por año de inventario

Tabla 2. Puntos de muestreo relevados por departamento

Tabla 3. Puntos de muestreo por tipo de Bosque

Tabla 4. Puntos de muestreo con presencia de EEI clasificados por departamento

Tabla 5. Porcentaje de parcelas con EEI por tipo de bosque

Tabla 6. Número de puntos de muestreo según especies invasoras

Tabla 7. Porcentaje de parcelas invadidas según especie priorizada por tipo de bosque

Tabla 8. Especies priorizadas por departamento

Tabla 9. Registro de parcelas del IFN y con EEI priorizadas por el CEEI presentes por ecorregión

Mapa 1. Distribución de las parcelas bosque nativo del IFN

Mapa 2. Distribución de las parcelas bosque nativo del IFN por etapas.

Mapa 3. Distribución geográfica de las parcelas de BN y parcelas invadidas por especies leñosas de exóticas.

Mapa 4. Mapa de calor de parcelas con EEI

Mapa 5. Localización de la severidad de la invasión

Mapa 6. Distribución geográfica de las diferentes especies exóticas relevadas

Mapa 7. Distribución geográfica de las especies invasoras priorizadas

Mapa 8. Distribución geográfica de las EEI priorizadas por Ecorregión

Gráfica 1. Distribución del número de parcelas de BN y parcelas reportadas con presencia de especies leñosas de exóticas, por etapas del inventario.

Gráfica 2. Grado de severidad o intensidad de la invasión

Gráfica 3: Número de parcelas con EEI priorizadas (*Ligustrum sp.* o *Gleditsia*) según tipo de bosque.

Gráfica 4: Presencia de EEI por ecorregión del país

# 1. INTRODUCCIÓN

Las invasiones biológicas son consideradas la segunda causa de pérdida de biodiversidad a nivel mundial, después de la degradación y pérdida de hábitats (M.E.A, 2005). Sus efectos, directos e indirectos son diversos -en términos ecológicos, económicos, sociales y culturales- y suelen registrarse a distintas escalas espaciales y temporales (Levine *et al.* 2004). Debido a la frecuencia e intensidad de los disturbios que ocasionan las EEI alteran los ciclos biogeoquímicos, la estructura de los niveles tróficos y actúan como competidores, depredadores, parásitos o patógenos de las especies nativas, condicionando su supervivencia (Goldburg y Triplett 1997 citado por Aguirre Muñóz and Mendoza Alfaro 2009). Adicionalmente, la degradación de los ecosistemas vuelve a las especies nativas y a sus hábitats más vulnerables a los efectos de las especies invasoras (Aguirre Muñóz and Mendoza Alfaro 2009).

Los disturbios que generalmente se asocian como facilitadores de las invasiones son los que producen un cambio en los patrones históricos (tasa o intensidad) de rotación o flujo de recursos en un ecosistema, provocando un aumento o disminución de la disponibilidad de estos recursos (espacio, nutrientes o luz), (Sher and Hyatt 1999) (Theoharides and Dukes 2007) que son aprovechados por especies con gran capacidad de establecimiento como las exóticas invasoras. Un ejemplo de esto son los cambios de uso de suelo, los cuales conllevan perturbaciones que suponen la apertura de espacio y la liberación de recursos (nutrientes). Por otro lado, el abandono de tierras de cultivo ofrece paso libre tanto para la colonización de especies nativas como para la invasión de especies exóticas (Vila *et al.* 2008).

En el *Readiness Preparation Proposal* (RPP) del proyecto REDD+ se destaca la invasión por especies exóticas como uno de los principales problemas de degradación del bosque nativo, y se señala que la estrategia REDD+ debe presentar acciones para abordar este tema dado que puede comprometer el ecosistema boscoso y su biodiversidad asociada. La invasión por especies exóticas también se señala como una de las principales causas de degradación del bosque nativo en el análisis de Drivers de Deforestación y Degradación del BN para la Estrategia Nacional REDD+ en Uruguay (Proyecto REDD+ 2020).

A pesar de la importancia de este tema para los bosques nativos del país, es necesario aún avanzar en investigaciones que permitan un diagnóstico claro de la situación actual, de la tendencia de la expansión de las EEI, de su impacto en la integridad de los ecosistemas boscosos y de sus efectos sobre los servicios ecosistémicos. En particular, aún no están claras las vías y mecanismos de entrada de las EEI al bosque nativo en Uruguay de forma de prevenir, controlar y erradicar la invasión.

Se asume que una afectación en la integridad del ecosistema representa un factor de vulnerabilidad, pero no existe un análisis integral sobre qué tipo de afectaciones, intensidad y extensión son las que favorecen la introducción e invasión de las EEI (Martino 2012). En la cuenca del Río Santa Lucía, la presencia de *Ligustrum lucidum* es un hecho constatable a simple vista desde hace varias décadas. Sin embargo, no existen registros conocidos desde cuando realmente comenzó su expansión masiva y de este modo poder identificar los factores que la impulsaron.

El trabajo de investigación de Búrmida (2011) concluye que existe una estrecha relación entre las intervenciones del bosque llevadas a cabo en las obras de infraestructura de puentes carreteros y la invasión de dichos bosques intervenidos. Por otro lado, se estudió una cuenca del norte del país y se concluye que la falta de un manejo integrado que contemple usos múltiples (silvicultura y ganadería) hace que los bosques sean más vulnerables. También determinaron que los bosques cercanos a la ciudad están más degradados debido a la presencia de especies exóticas (Traversa and Reyes 2013). Complementando este análisis local, se generaron modelos de distribución para *Gleditsia triacanthos* a nivel nacional, utilizando registros de presencia e información ambiental, y se logró identificar que existe una importante superficie del país que presenta las condiciones necesarias para albergar dicha especie (Carvajales 2013).

En un estudio de regeneración e invasión en bosques serranos del Uruguay no lograron identificar los factores vinculados a la invasión en las distintas localidades estudiadas. Sin embargo, plantean que es probablemente un fenómeno multi-causal vinculado a la historia de uso de los sitios (e.g. tala, pastoreo), la proximidad a rutas, región del país o introducciones incidentales, entre otros. (Toranza *et al.* 2018).

Estas conclusiones están en línea con las conclusiones de Caballero (2015), quien señala que entre los factores importantes a tener en cuenta para la dispersión de las especies exóticas invasoras es la proximidad a centros poblados, a cascos de estancias o establecimientos y casas donde son cultivados, tornándose fuentes de propágulos. Todos estos trabajos evidencian la complejidad de abordar esta problemática y la necesidad de integrar información disponible sobre diferentes especies EEI y analizarla a nivel nacional.

El país como signatario de acuerdos internacionales (ej. Convenio sobre la Diversidad Biológica de Naciones Unidas) se ha comprometido con controlar la expansión de las principales especies exóticas invasoras identificadas a nivel nacional. Para ello, desde el año 2009, se cuenta con una base de datos de especies exóticas e invasoras (InBuy) que contiene información sobre diferentes grupos taxonómicos, (Brugnoli *et al.* 2009). Si bien se ha avanzado en la identificación y priorización de las especies exóticas, las acciones en el terreno para el control, erradicación o mitigación son escasas y fragmentadas por lo que se debe seguir promoviendo desde los distintos ámbitos la generación de información y acciones para tal cometido (Brugnoli and Laufer 2018).

En este sentido, este reporte constituye un análisis de la información disponible sobre EEI leñosas recabadas en el marco del Inventario Forestal Nacional (IFN) de bosques de Uruguay, con el fin de aportar insumos a nivel nacional sobre el estado de situación con respecto a las EEI.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es analizar la situación de las EEI leñosas en los bosques del Uruguay, en base a la información disponible de la presencia de especies exóticas invasoras leñosas recabadas en el marco del Inventario Forestal Nacional (IFN) dirigido por la Dirección General Forestal, MGAP.

Un objetivo particular, es comparar la información aportada por el IFN, con el conocimiento generado, disponible a nivel local y regional.

## 3. METODOLOGÍA

Para lograr los objetivos propuestos en este documento se utilizará como base los datos proporcionados por el IFN.

### 3.1 GENERALIDADES SOBRE EL IFN

El Inventario Forestal Nacional de los bosques del Uruguay (IFN) es un muestreo sistemático sobre estratos de interpretación de imagen Landsat 2004. Se agregó una capa con una malla de 1.900 m de lado, determinando un punto de muestreo cada 1.900 m de distancia. Cada uno de esos puntos de muestreo, constituyen las parcelas a inventariar, las cuales se replantean en terreno mediante la ubicación con GPS. El relevamiento a campo fue realizado en tres etapas diferentes, año 2009-2010, 2011 y la tercera etapa en los años 2014-2016 (Echeverría 2009).

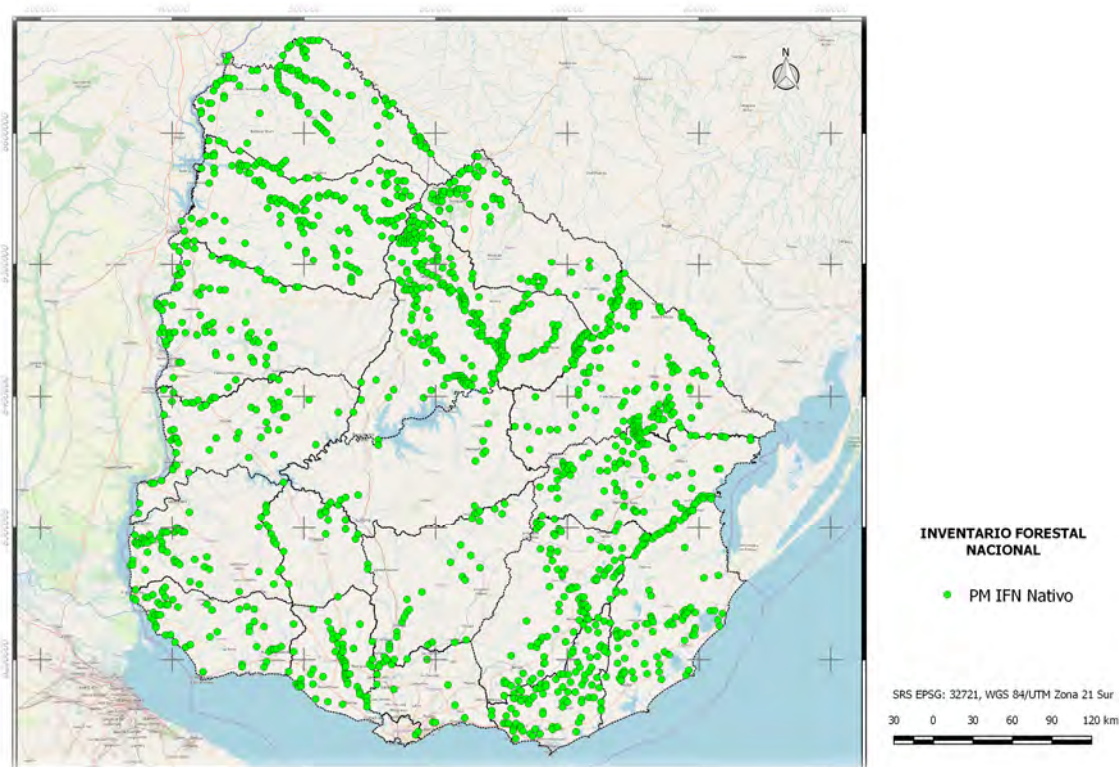
El Mapa 1 muestra las 1.490 parcelas de bosque nativo que fueron inventariadas de un total de 2.111 parcelas proyectadas en bosque nativo. Las parcelas para el Bosque Nativo se delimitan de forma rectangular, de 20m x 10m, en las cuales se recaba diferentes variables en la propia parcela (especies vegetales, DAP, altura, presencia de exóticas y otros elementos) así como del entorno (fauna, presencia de contaminantes, fuego, y otros aspectos).

Del análisis de la metodología de realización del inventario, surgen dos limitantes de la herramienta; por un lado, en la etapa de la cartografía tomando como base imágenes Landsat 5 TM<sup>1</sup> del año 2004, los bosques poco densos (ej. Parque, Serrano ralos) no son claramente identificados, por lo tanto, hay una subestimación de las parcelas en dichos tipos de bosque. Por otro lado, en la etapa del levantamiento a campo de los datos, se suma el error de la subjetividad en evaluar el estado de invasión de las parcelas según el criterio de cada observador.

En las primeras etapas la determinación de las EEI se realizaba dentro de la parcela, se categorizaban en leñosas o herbáceas, se determinaba la especie y la severidad de la invasión atendiendo a tres criterios: Baja, cuando hay pocos signos visibles de la especie invasiva; Media, cuando hay signos visibles de la especie invasiva y Alta, cuando el área está severamente afectada por la especie invasiva. En la última etapa se determinaba en el entorno de la parcela y se categorizaba, se determinaba la especie y la severidad según los criterios de IUCN-CMP (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza - Conservation Measures Partnership). Esta diferencia de criterios fue unificada a la última modalidad para su implementación en una base de datos con los datos de unas cuencas piloto.

De la observación del total de parcelas realizadas surge que existen zonas del país que fueron sub-evaluadas, las cuales no se encuentran representadas. Según el diseño original del inventario fueron consideradas para su ejecución las siguientes zonas del país: Este del departamento de Paysandú, centro del departamento de Durazno, Río Yí límite entre Durazno y Florida, y desembocadura del Río Negro, las cuales no fueron relevadas por diferentes motivos. Estas zonas, en próximas etapas de inventarios forestales serán zonas priorizadas a evaluar (División Evaluación e Información, DGF 2018).

**Mapa 1. Distribución de las parcelas bosque nativo del IFN**



**Fuente:** Elaboración propia en base a datos IFN

La Tabla 1 indica la cantidad de parcelas muestreadas de bosque nativo según las diferentes etapas de realización del inventario.

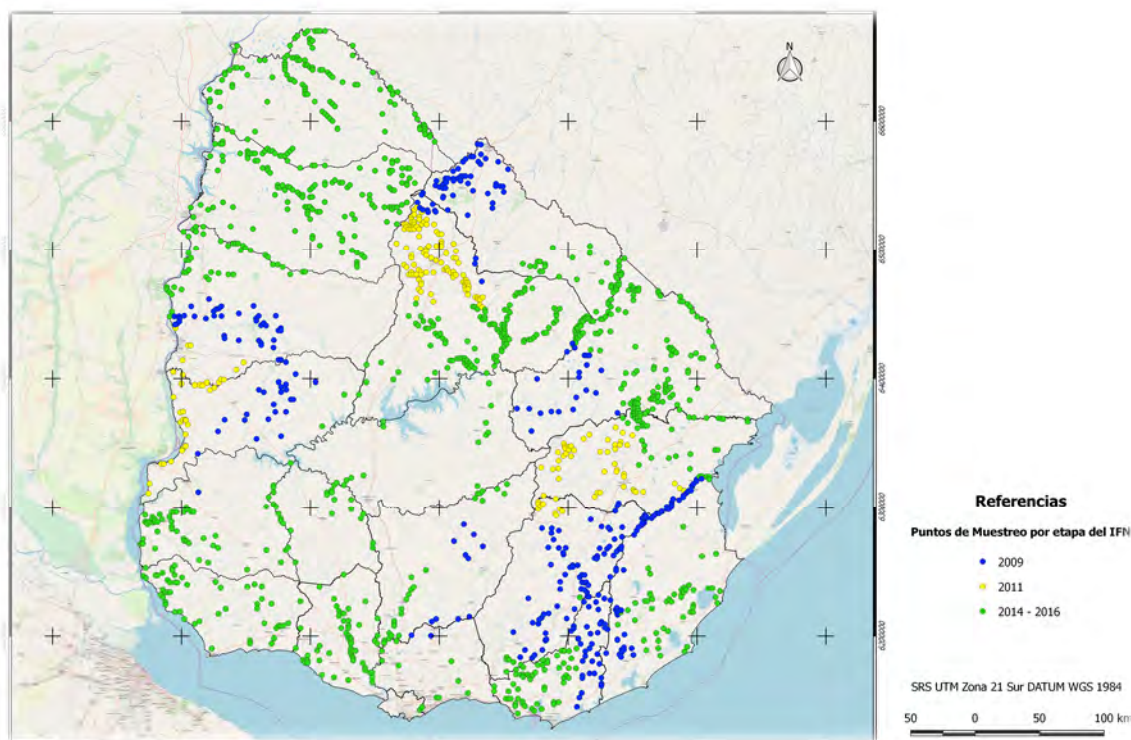
<sup>1</sup> TM: "Thematic Mapper" es el tipo de sensor utilizado en este caso.

**Tabla 1. Puntos de muestreo por año de inventario**

| ETAPAS       | PM           |
|--------------|--------------|
| 2009 - 2010  | 324          |
| 2011         | 196          |
| 2014 - 2016  | 970          |
| <b>Total</b> | <b>1.490</b> |

En el Mapa 2, se visualiza la distribución de las parcelas clasificadas de acuerdo a las etapas del inventario. Estas etapas fueron de instalación de parcelas y no de remediación de variables.

**Mapa 2. Distribución de las parcelas bosque nativo del IFN por etapas**



*Fuente: Elaboración propia en base a datos IFN*

## 3.2. LOCALIZACIÓN DE LAS PARCELAS DE BN DEL IFN

### 3.2.1 UBICACIÓN DE LAS PARCELAS DE BN SEGÚN DEPARTAMENTO

En la Tabla 2, se visualiza el número de parcelas y el porcentaje correspondiente distribuidas por departamento. El departamento que tiene mayor número de parcelas es Tacuarembó con 245 parcelas, representando el 16% de las mismas. En el departamento de Montevideo se obtuvo el menor número siendo relevada solamente una parcela.

**Tabla 2. Puntos de Muestreo relevados por Departamento**

| DEPARTAMENTO | PM NATIVO | PORCENTAJE |
|--------------|-----------|------------|
| Artigas      | 118       | 7,9%       |
| Canelones    | 15        | 1,0%       |
| Cerro Largo  | 138       | 9,26%      |
| Colonia      | 52        | 3,48%      |
| Durazno      | 20        | 1,34%      |

| DEPARTAMENTO   | PM NATIVO    | PORCENTAJE  |
|----------------|--------------|-------------|
| Flores         | 20           | 1,34%       |
| Florida        | 33           | 2,21%       |
| Lavalleja      | 95           | 6,37%       |
| Maldonado      | 89           | 5,97%       |
| Montevideo     | 1            | 0,06%       |
| Paysandú       | 81           | 5,44%       |
| Río Negro      | 55           | 3,69%       |
| Rivera         | 84           | 5,64%       |
| Rocha          | 90           | 6,04%       |
| Salto          | 146          | 9,79%       |
| San José       | 51           | 3,42%       |
| Soriano        | 55           | 3,69%       |
| Tacuarembó     | 245          | 16,44%      |
| Treinta y Tres | 102          | 6,84%       |
| <b>Total</b>   | <b>1.490</b> | <b>100%</b> |

### 3.2.2 UBICACIÓN DE LAS PARCELAS SEGÚN TIPO DE BOSQUE NATIVO

El tipo de bosque con mayor número de parcelas inventariadas fue el bosque de galería con 75,84 % de las parcelas (Tabla 3). Se trata de un bosque denso (no ralo), el cual es fácilmente observable por medios de detección satelitales y a su vez, esta formación está presente y distribuida en todo el país ya que se encuentra asociado a los múltiples cursos de agua que conforman la extensa red hidrográfica del país.

**Tabla 3. Puntos de Muestreo por tipo de bosque**

| TIPO DE BOSQUE | PM NATIVO    | PORCENTAJE  |
|----------------|--------------|-------------|
| Galería        | 1.130        | 75,84%      |
| Palmar         | 2            | 0,13%       |
| Parque         | 100          | 6,71%       |
| Quebrada       | 122          | 8,19%       |
| Serrano        | 136          | 9,13%       |
| <b>Total</b>   | <b>1.490</b> | <b>100%</b> |

## 3. 3. IFN Y SU RELACIÓN CON LAS EEI

Dentro de los datos relevados en el IFN, se registraron datos sobre EEI. Un aspecto importante a tener en cuenta, en particular considerando su relevancia para el uso que damos de la información del inventario en este reporte, es que el trabajo de campo llevado adelante en las tres etapas tiene diferencias metodológicas respecto a la forma como se recabó la información correspondiente a las EEI. Para las dos primeras etapas del IFN se relevó información de variables dasométricas en la parcela y la presencia de EEI tanto dentro de las parcelas como en las zonas circundantes de la misma.

La información registrada sobre EEI fue en primer lugar la presencia o la ausencia de especies invasoras; luego, para la mayoría de los casos se identifica la especie invasora. Pero existen 19 parcelas donde se detectó la presencia de EEI, pero no existe información asociada a la misma (categoría: herbácea o leñosa, especie o severidad de la invasión). En el siguiente cuadro se muestra

el resumen de EEI registradas en el IFN por departamento según el tipo vegetal: leñosas, herbáceas o sin dato.

**Tabla 4. Puntos de muestreo con presencia de EEI según tipo vegetal, clasificados por departamento**

| DEPARTAMENTO   | LEÑOSAS    | SIN DATO  | SUMA       | HERBÁCEAS |
|----------------|------------|-----------|------------|-----------|
| Artigas        | 9          | 0         | 9          | 0         |
| Canelones      | 12         | 0         | 12         | 0         |
| Cerro Largo    | 7          | 5         | 12         | 0         |
| Colonia        | 45         | 0         | 45         | 2         |
| Durazno        | 9          | 0         | 9          | 0         |
| Flores         | 10         | 0         | 10         | 0         |
| Florida        | 11         | 0         | 11         | 0         |
| Lavalleja      | 5          | 3         | 8          | 0         |
| Maldonado      | 18         | 1         | 19         | 0         |
| Montevideo     | 1          | 0         | 1          | 0         |
| Paysandú       | 22         | 2         | 24         | 0         |
| Río Negro      | 9          | 1         | 10         | 0         |
| Rivera         | 0          | 1         | 1          | 0         |
| Rocha          | 8          | 0         | 8          | 2         |
| Salto          | 18         | 0         | 18         | 0         |
| San José       | 38         | 0         | 38         | 0         |
| Soriano        | 30         | 0         | 30         | 0         |
| Tacuarembó     | 8          | 4         | 12         | 3         |
| Treinta y Tres | 4          | 2         | 6          | 0         |
| <b>Total</b>   | <b>264</b> | <b>19</b> | <b>283</b> | <b>7</b>  |

En cuanto al grado o la severidad de la invasión, no es evaluada de la misma manera en las tres etapas del inventario; a continuación, se detallan los criterios utilizados para la clasificación de la severidad de la invasión en la última etapa (2014-2016) y a la que se unificaron los datos de las anteriores etapas.

El grado o la severidad de la invasión se categorizó adaptando la propuesta de IUCN-CMP (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza- Conservation Measures Partnership) en:

**Extrema:** la amenaza es capaz de destruir o eliminar las ocurrencias de una comunidad ecológica o ecosistema, o reducir la población de una especie en un 71–100%.

**Seria:** la amenaza es capaz de destruir o eliminar las ocurrencias de una comunidad ecológica o ecosistema, o reducir la población de una especie en un 31–70%.

**Moderada:** la amenaza es capaz de destruir o eliminar las ocurrencias de una comunidad ecológica o ecosistema, o reducir la población de una especie en un 11–30%.

**Ligera:** la amenaza es capaz de destruir o eliminar las ocurrencias de una comunidad ecológica o ecosistema, o reducir la población de una especie en un 1–10%.



Foto 1. Invasión extrema de *Ligustrum sp.*, donde se sustituyó el 100 % de la población nativa

### 3.4. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LOS DATOS DE EEI

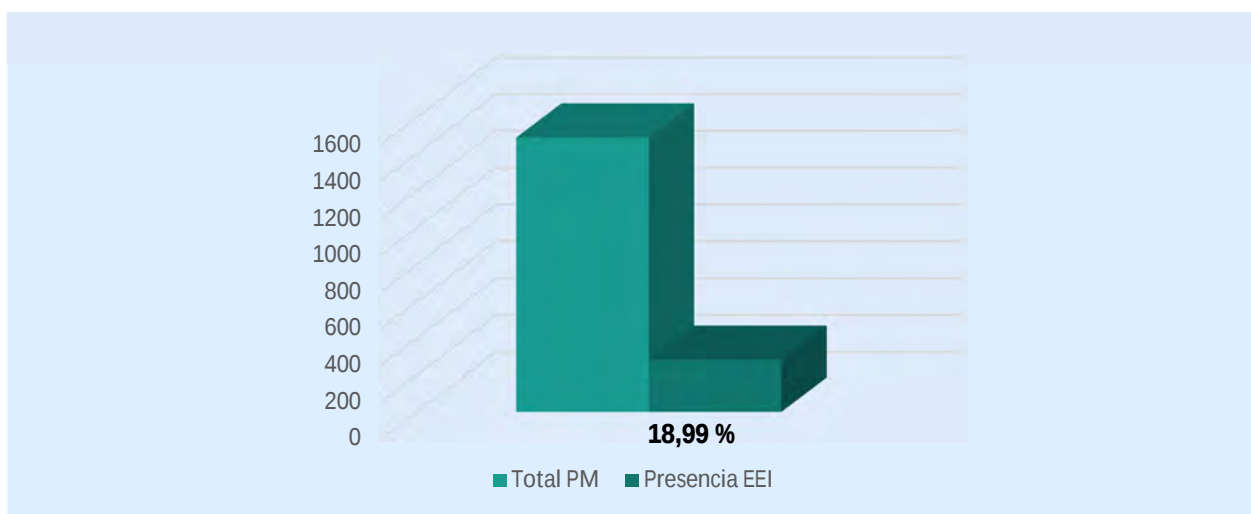
Se analiza la ubicación de las parcelas con presencia de EEI, se generan mapas de calor, mediante la herramienta QGIS©. Estos mapas se basan en un análisis de regresión no paramétrica o regresión de Kernel. De este modo se construye una función de densidad en torno a los valores muestrales. Los mapas de calor en este caso representan un índice de concentración de las parcelas con presencia de especies exóticas invasoras. Se calcula en base a un radio de 20 km; es decir muestra la probabilidad de encontrar parcelas con presencia de especies exóticas en una circunferencia de 20 km de radio. Este método se basa en el número de parcelas con presencia y no tiene en cuenta la intensidad de la invasión dentro de cada parcela.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. PORCENTAJE DE PARCELAS INVADIDAS

Tomando la totalidad de las parcelas de BN del inventario relevadas en las tres etapas (1.490), el porcentaje de parcelas invadidas representa el 18,99 %. La gráfica siguiente muestra esta relación.

**Gráfica 1** Distribución del número de parcelas del BN y parcelas reportadas con presencia de especies exóticas leñosas

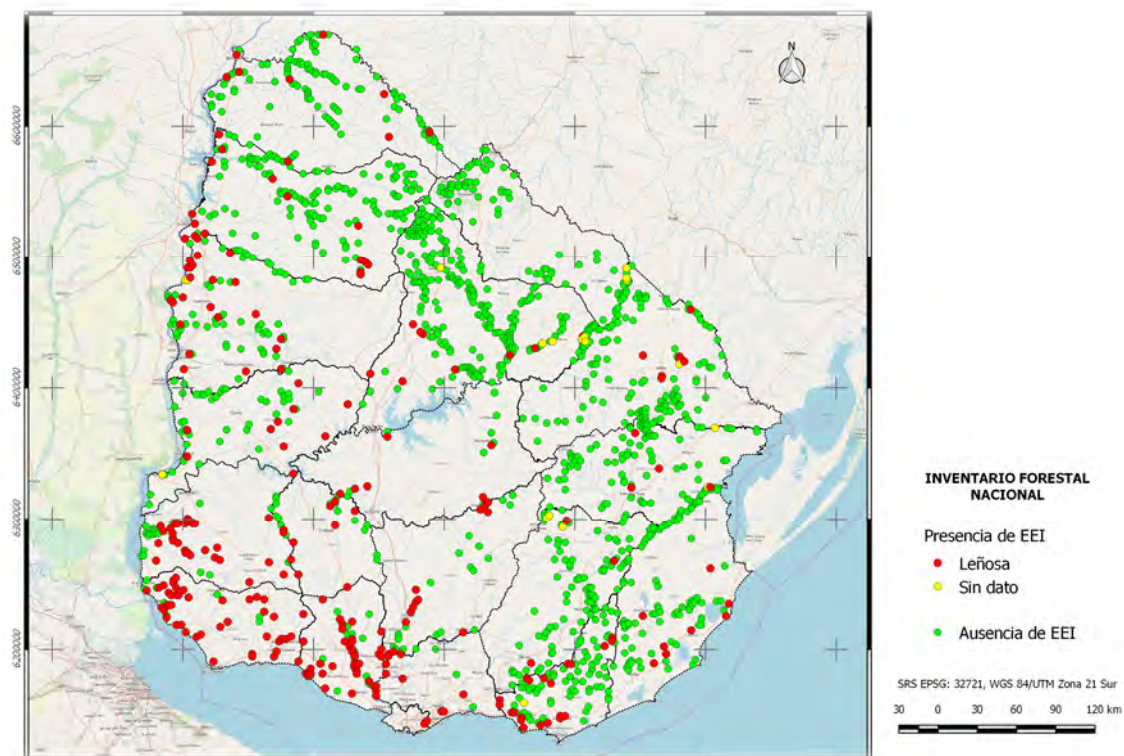


(PM: Puntos de muestreo que se toma como sinónimo de parcelas del inventario). Presencia de EEI: son aquellas parcelas del inventario o PM donde se reporta la presencia de EEI.

## 4.2. LOCALIZACIÓN DE LAS PARCELAS “INVADIDAS” O CON PRESENCIA EEI

En el Mapa 3, se presenta la distribución geográfica de todas las parcelas de bosque nativo y las que presentan EEI leñosas. Como se visualiza, el mayor porcentaje relativo de parcelas con presencia de EEI se registra en el litoral sur del país. Este se puede corroborar con los datos de la Tabla 4, donde se muestra que cinco departamentos (Colonia, Canelones, San José, Soriano y Flores) registraron un porcentaje relativo mayor a 50%, es decir, que más de la mitad de las parcelas relevadas para dichos departamentos se registraron especies invasoras.

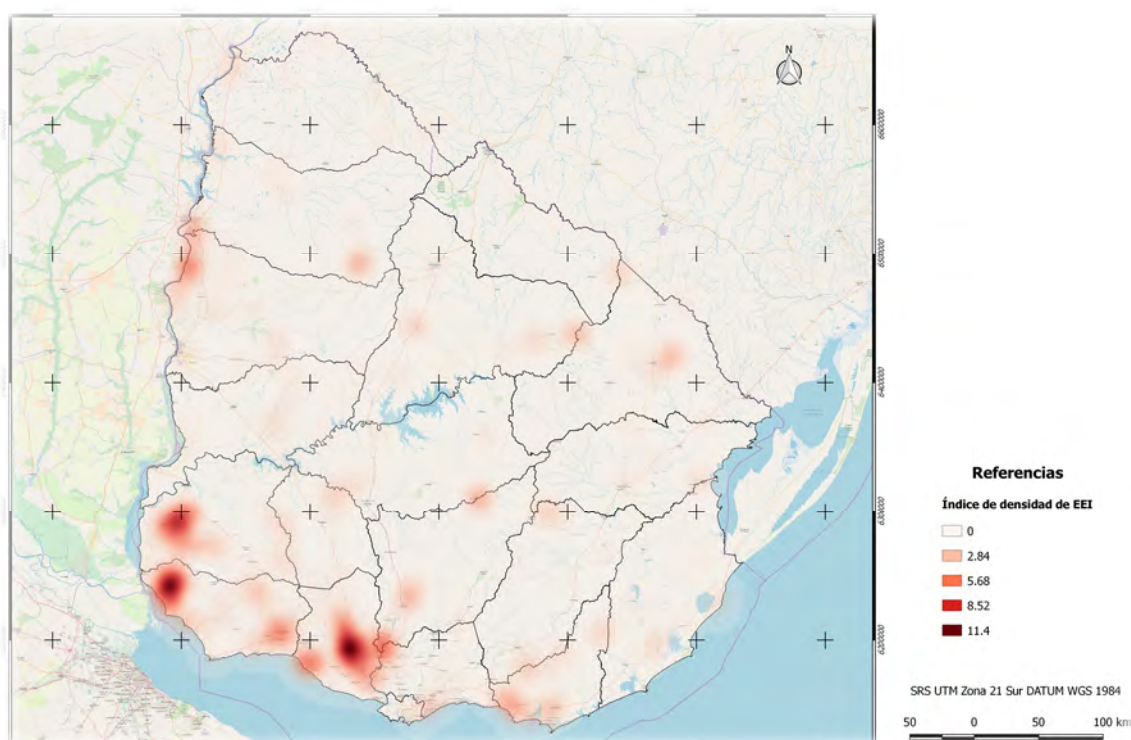
**Mapa 3. Distribución geográfica de las Parcelas de BN y parcelas invadidas por especies de exóticas**



**Fuente:** Elaboración propia en base a datos IFN

En el Mapa 4, se presenta la zona de calor con el registro de presencias de EEI para las parcelas del IFN. Se observa que las zonas de mayor concentración de las parcelas con presencia de EEI se ubican en el litoral suroeste del territorio sobre márgenes del Río de la Plata

**Mapa 4. Mapa de calor de parcelas con EEI**



**Fuente:** Elaboración propia en base a datos IFN

Esa zona del país (litoral y suroeste del país) puede ser caracterizada por su alta urbanización e intensivo uso del suelo agrícola, es decir un alto grado de antropización.

Si bien en Uruguay los mecanismos del ingreso de las EEI son atribuidos a factores multicausales (Toranza *et al.* 2018), hay evidencias que algunos factores antrópicos, en particular en las zonas sur y litoral del país (ej: cambio en la cobertura de uso de suelo, aumento de la urbanización, construcción de puentes y carreteras) podrían estar mediando el proceso y grado de invasión (Carrere 1994; Brussa and Grela 2007; Búrmida 2011; Martino, 2012; Traversa and Reyes 2013).

### 4.3. LOCALIZACIÓN DE LAS PARCELAS “INVADIDAS” O CON PRESENCIA DE EEI SEGÚN TIPO DE BOSQUE

Los bosques con mayor porcentaje de presencia de EEI son el bosque de galería y el bosque parque (Tabla 5). Los principales cursos de agua del suroeste del país tienen alta presencia de parcelas invadidas, siendo estos, río Santa Lucía, río San José, Río Rosario, río San Juan, río San Salvador, arroyo Cufre y arroyo de las Vacas (Fig 3). Se destaca el bosque de quebrada como el bosque con el menor porcentaje de parcelas con presencia de EEI (Tabla 5).

**Tabla 5. Porcentaje de parcelas con EEI por tipo de bosque**

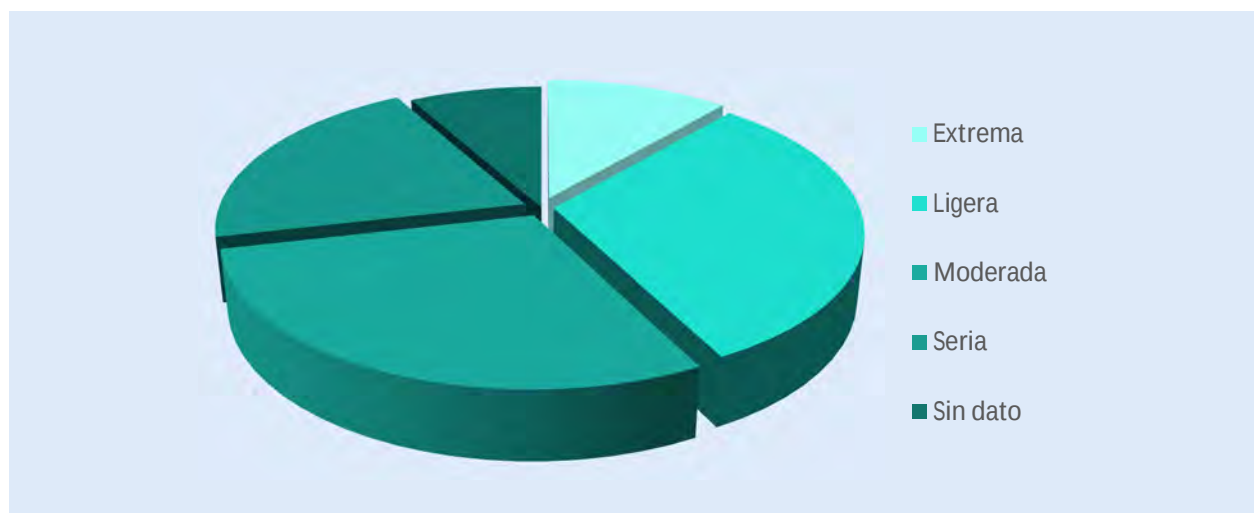
| SUBTIPO BN   | PM NATIVO    | PRESENCIA EEI | PORCENTAJE    |
|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Galería      | 1.130        | 242           | 21,41%        |
| Parque       | 100          | 24            | 24%           |
| Quebrada     | 122          | 2             | 1,63%         |
| Serrano      | 136          | 15            | 11,0%         |
| Palmar       | 2            | 0             | 0,00%         |
| <b>Total</b> | <b>1.490</b> | <b>283</b>    | <b>18,99%</b> |

#### 4.4. GRADO O SEVERIDAD DE LA INVASIÓN

La información disponible de acuerdo al grado de severidad se muestra en el Gráfico 2 y la localización espacial a nivel nacional en la Figura 5.

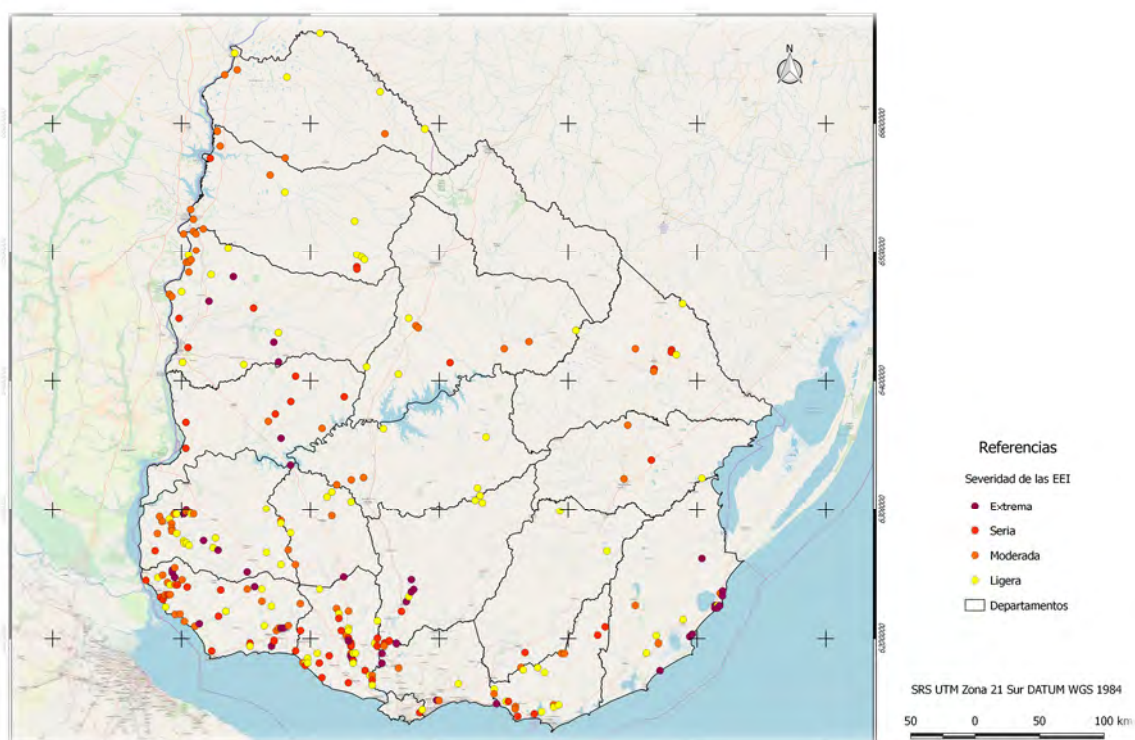
Según el grado de la invasión estimada de acuerdo a las categorías establecidas por UICN-CMP, se observa que el 66 % de las parcelas invadidas tienen un grado de invasión entre ligera a moderada.

**Gráfica 2. Grado de severidad o intensidad de la invasión**



La distribución de la mayor severidad de la invasión (extrema y seria) también aparece sobre los bosques ribereños (Galería) del litoral sur del país. Este dato coincide con lo mencionado en el apartado anterior.

**Mapa 5. Mapa de la localización de la severidad de la invasión**



*Fuente: Elaboración propia en base a datos IFN*

## 4.5. ANÁLISIS SEGÚN ESPECIE INVASORA

Para las parcelas invadidas, se detallan las especies invasoras que fueron registradas durante las tres etapas del inventario nacional. Esta información de las especies ha sido seleccionada según el porte de la especie invasora ya que no se tomaron en cuenta las especies de porte herbáceo (como por ejemplo *Xanthium sp.*, *Senecio madagascariensis*, *Cynodon dactylon*). Cabe destacar que el total de especies en parcelas invadidas no coincide con el total de parcelas invadidas (283) pues en la misma parcela pueden coexistir varias especies invasoras.

La clasificación de los puntos muestrales según especie invasora muestra que las especies *Ligustrum sp.*, *Ligustrum lucidum* y *Gleditsia triacanthos* fueron las que se registraron en un mayor número de parcelas (Tabla 6). De esta manera el dato coincide con lo ya reportado por el Comité de Especies Exóticas Invasoras (CEEI) donde han sido categorizadas como especies de impacto significativo y priorizadas para el desarrollo de planes de acción (CEEI 2012).

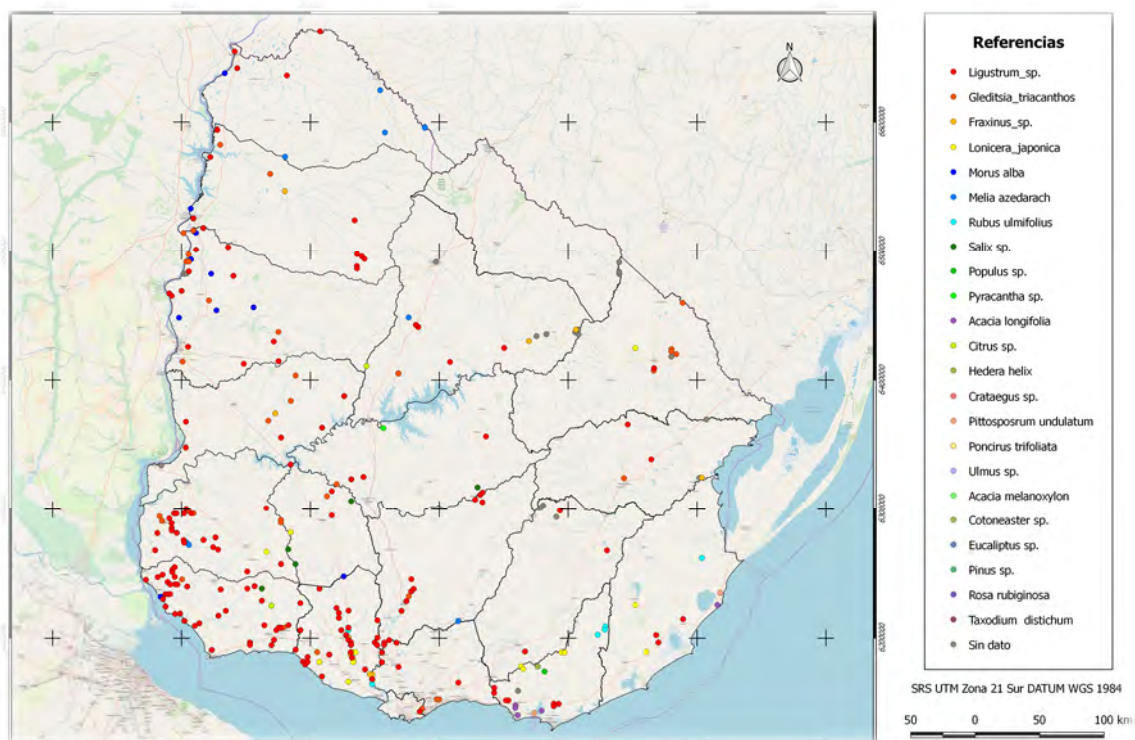
**Tabla 6. Número de puntos de muestreo según Especies Invasoras**

| EEI                          | PM  |
|------------------------------|-----|
| <i>Ligustrum sp.</i>         | 166 |
| <i>Gleditsia triacanthos</i> | 77  |
| <i>Fraxinus sp.</i>          | 35  |
| <i>Lonicera japónica</i>     | 35  |
| <i>Morus alba</i>            | 29  |
| <i>Melia azedarach</i>       | 26  |
| <i>Rubus ulmifolius</i>      | 24  |
| <i>Salix sp.</i>             | 13  |
| <i>Populus sp.</i>           | 6   |
| <i>Pyracantha sp.</i>        | 6   |
| <i>Acacia longifolia</i>     | 5   |
| <i>Citrus sp.</i>            | 4   |
| <i>Hedera hélix</i>          | 4   |
| <i>Crataegus sp.</i>         | 2   |
| <i>Pittosporum undulatum</i> | 2   |
| <i>Poncirus trifoliata</i>   | 2   |
| <i>Ulmus sp.</i>             | 2   |
| <i>Acacia melanoxylon</i>    | 1   |
| <i>Cotoneaster sp.</i>       | 1   |
| <i>Eucalyptus sp.</i>        | 1   |
| <i>Pinus sp.</i>             | 1   |
| <i>Rosa rubiginosa</i>       | 1   |
| <i>Taxodium distichum</i>    | 1   |
| Sin dato*                    | 19  |

**\*Sin dato: refiere a que en la base de datos del IFN aparece reportada la presencia de EEI (en la parcela o el entorno), pero sin información asociada a la misma.**

El Mapa 6 muestra la ubicación de las parcelas según la principal especie reportada en el punto de muestreo del IFN; es decir para cada parcela puede haber diferentes especies invasoras, pero se grafica la que se determinó como “principal” invasora. Con ese atributo se registra en el IFN, supone la frecuencia y/o a la dominancia de la especie en la parcela.

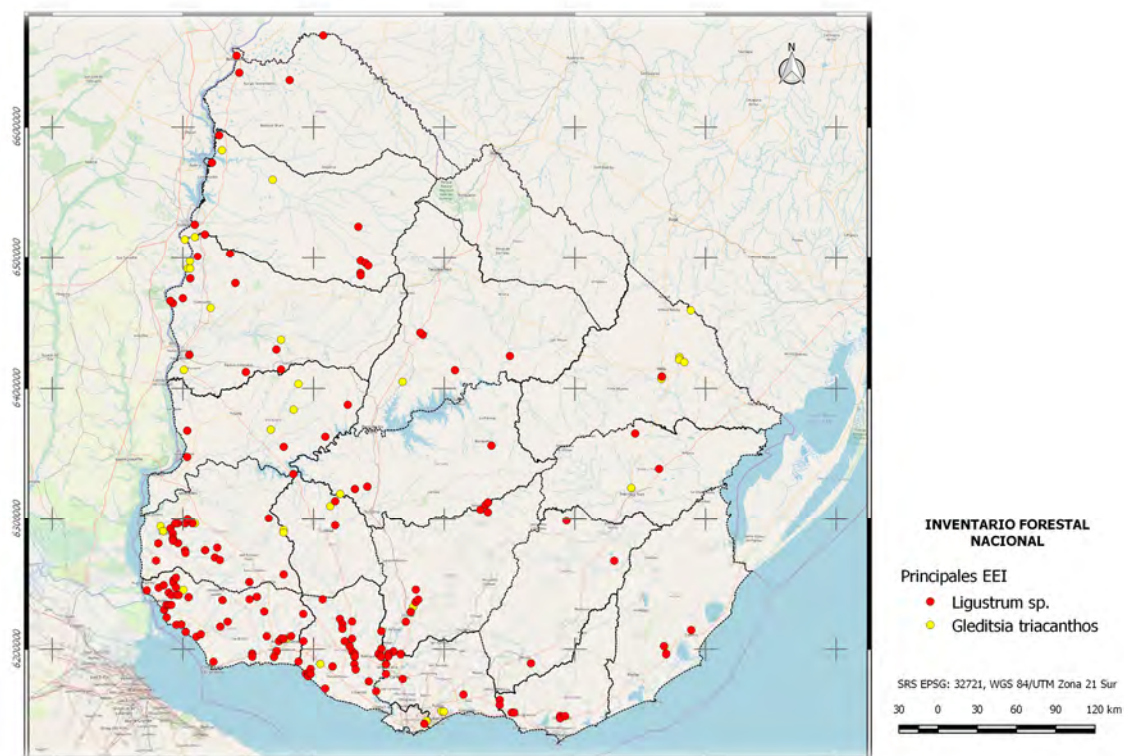
**Mapa 6. Distribución geográfica de las diferentes especies exóticas relevadas**



**Fuente:** Elaboración propia en base a datos IFN

En el Mapa 7, se puede visualizar la distribución a nivel nacional de las dos especies leñosas invasoras priorizadas por el CEEI, *Gleditsia triacanthos* y *Ligustrum sp.*, que coincidentemente también representan los mayores porcentajes observados en las parcelas invadidas relevadas en el IFN.

**Mapa 7. Distribución geográfica de las especies invasoras priorizadas**



**Fuente:** Elaboración propia en base a datos IFN

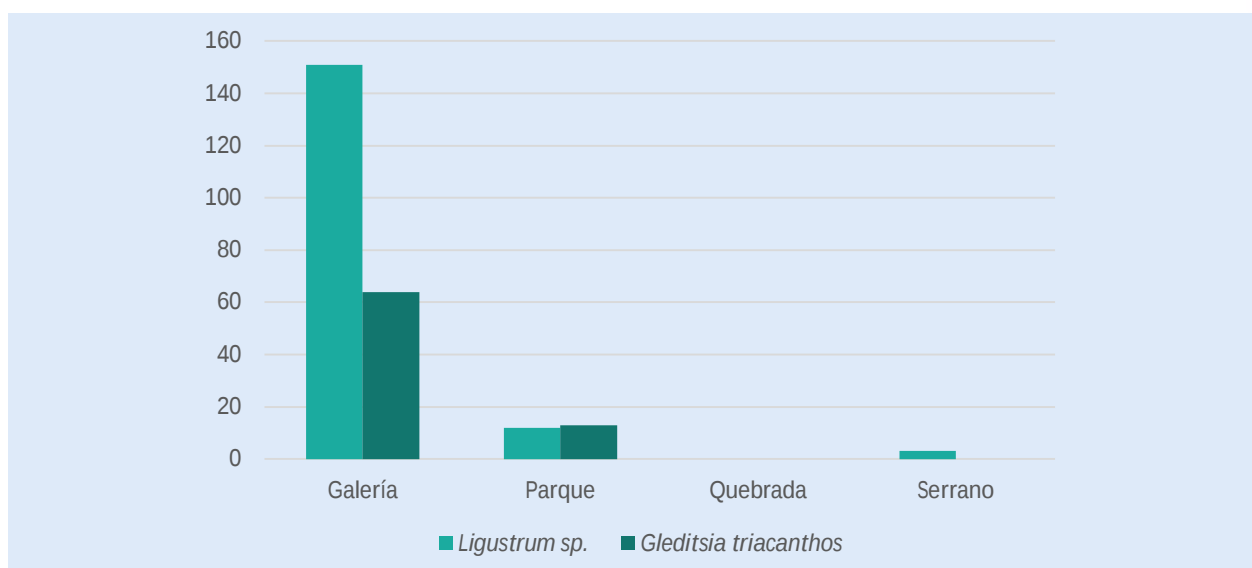
Del total de parcelas en que se reportan EEI (283), el 58,66 % (166 parcelas) tienen presente el género *Ligustrum sp.* (Tabla 6 y 7).

Al vincular las especies que aparecen en un mayor número de parcelas con el tipo de bosque se encuentran que los bosques ribereños o de galería son los que presentan mayor número de registros para *Gleditsia triacanthos* (64 registros) y *Ligustrum sp.* (151) en términos absolutos; debido a que el bosque de galería posee mayor número de puntos de muestreo (1130), en valores relativos, se asemejan los valores de invasión con el tipo de bosque de parque. (Tabla 7). Para el bosque de quebrada no se reportó la presencia de dichas especies.

**Tabla 7. Porcentaje de parcelas invadidas según especie priorizada por tipo de bosque**

| SUB BOSQUE | <i>Gleditsia triacanthos</i> | <i>Ligustrum sp</i> |
|------------|------------------------------|---------------------|
| Galería    | 0,06%                        | 0,13%               |
| Parque     | 0,13%                        | 0,12%               |
| Quebrada   |                              |                     |
| Serrano    |                              | 0,02%               |

**Gráfica 3: Número de parcelas con EEI priorizadas (*Ligustrum sp.* o *Gleditsia*) según tipo de bosque nativo**



Algunas investigaciones a nivel local y regional han intentado determinar los factores bióticos y abióticos que promueven el éxito de las especies exóticas sobre los bosques nativos. En el Paraje Paso Pache, en límite de los departamentos de Canelones y Florida sobre el Río Santa Lucía, fue llevado a cabo un estudio sobre reclutamiento de *Ligustrum sp.*, a través de la dendrocronología y la influencia de variables climáticas. En este estudio, se determinó que la expansión masiva de Ligustro data de mediados de la década de 1970. El reclutamiento de individuos mostró dos momentos definidos, siendo el más reciente, el más prolífero. Este comportamiento bimodal, muestra la existencia de dos puntos de inflexión entre los años 1987-1989 y 2000-2001, donde no hubo reclutamiento. En este sentido, los datos determinaron que la ausencia de reclutamiento coincidió con la ocurrencia de eventos de sequía severos (Martino 2012).

Por ejemplo, en Argentina, la especie *Ligustrum lucidum* se convirtió en una invasora importante en Yungas del noroeste, sierras de Córdoba y en la provincia de Buenos Aires y se comprobó que durante la época seca de 2011 y 2012, los suelos en ligustrales presentaron un contenido volumétrico de agua 32.5 % y 24 % y un potencial hídrico en el suelo ocho y cuatro veces menor que en bosques nativos. Los resultados sugieren que el bosque de ligustro estaría consumiendo mayor cantidad de agua, sobre todo en la época seca, debido a una actividad fenológica más prolongada respecto al bosque nativo (Zamora et al. 2014).

Estudios recientes, constatan un proceso de remplazo de la comunidad nativa por la exótica en bosques serranos del Uruguay, encontrando un efecto negativo de especies exóticas sobre la regeneración de especies nativas (Toranza *et al.* 2018).

Recientemente, en estudios en los bosques ribereños de Esteros de Farrapos, se ha observado que el desarrollo de *G. triacanthos* está determinado por la probabilidad de encontrar sitios apropiados para el establecimiento (Sosa *et al.* 2015; Sosa *et al.* 2018).

En modelo realizado en 1.252 registros de parcelas de IFN, observaron que el modelo local de parcelas, detecta que la especie no se ve favorecida por parcelas en territorios elevados ni de alto drenaje. Los resultados apoyan las observaciones de los expertos que indican que *G. triacanthos* se encuentra en suelos aluviales ricos en nutrientes y cerca de los arroyos o lago, en territorios bajos y con elevado grado de humedad (Romero *et al.* 2018).

Según la distribución de las parcelas del inventario según departamentos, ocurre que, para el departamento de Rivera, no se encontraron especies priorizadas, a pesar que la distribución de estas especies es a nivel de todo el país. (Mapa 7, Tabla 8).

**Tabla 8. Especies priorizadas por departamento**

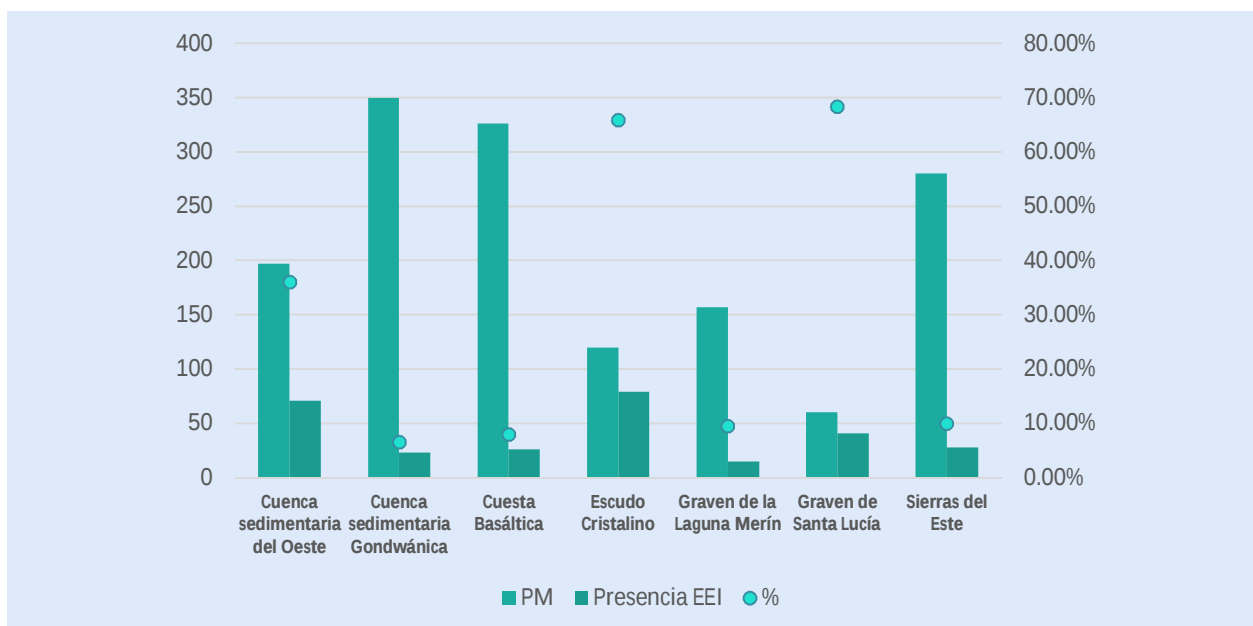
| DEPARTAMENTO   | <i>Gleditsia triacanthos</i> | <i>Ligustrum sp</i> |
|----------------|------------------------------|---------------------|
| Artigas        |                              | 4                   |
| Canelones      | 4                            | 8                   |
| Cerro Largo    | 6                            | 1                   |
| Colonia        | 15                           | 42                  |
| Durazno        | 4                            | 6                   |
| Flores         | 3                            | 2                   |
| Florida        | 3                            | 9                   |
| Lavalleja      |                              | 3                   |
| Maldonado      |                              | 6                   |
| Montevideo     |                              | 1                   |
| Paysandú       | 8                            | 11                  |
| Río Negro      | 3                            | 5                   |
| Rivera         |                              |                     |
| Rocha          |                              | 3                   |
| Salto          | 8                            | 10                  |
| San José       | 3                            | 27                  |
| Soriano        | 18                           | 22                  |
| Tacuarembó     | 1                            | 4                   |
| Treinta y Tres | 1                            | 2                   |
| <b>Total</b>   | <b>77</b>                    | <b>166</b>          |

## 4.6. ANÁLISIS SEGÚN REGIÓN DEL PAÍS

El análisis de la información según regiones apunta a la necesidad de regionalizar las estrategias de manejo de las invasiones, abordando de manera diferencial en función de la magnitud de la invasión, por especie y por localización (Carvajales 2013).

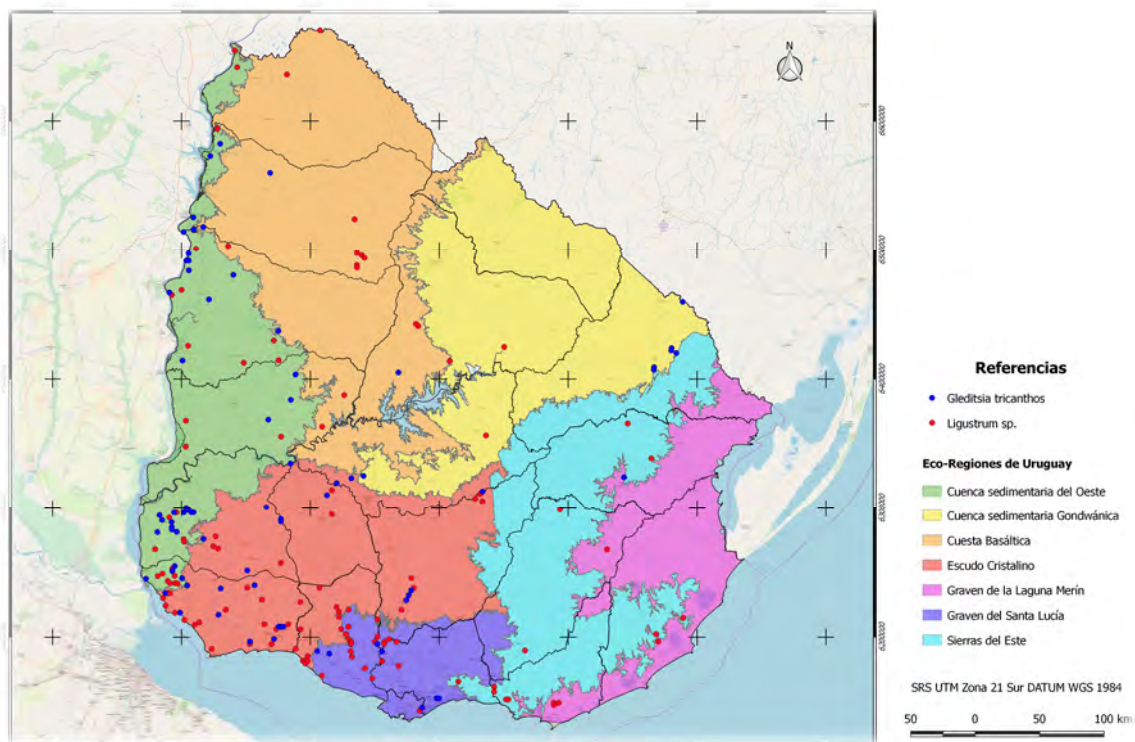
Si se analiza el porcentaje de parcelas invadidas en relación a los puntos de muestreo de cada ecorregión se observan (picos de la gráfica en amarillo, a continuación) que el porcentaje mayor de invasión por ecorregión lo representan el Graven Santa Lucía (68 %), en segundo lugar, el Escudo Cristalino con 65 % y en tercer lugar la cuenca Sedimentaria del Oeste (36 %).

**Gráfica 4: Presencia de EEI por ecorregión del país**



El conocimiento a diferentes escalas (nacional, regional o local) del grado de invasión por especie contribuye a la definición de las estrategias de prevención, control, combate y/o erradicación de las EEI. En este sentido, en el Mapa 8, se presenta la distribución geográfica por ecorregión de las dos especies priorizadas por el CEEI.

**Mapa 8. Distribución geográfica de las EEI priorizadas por Ecorregión**



Fuente: Elaboración propia en base a datos IFN

La especie *Gleditsia triacanthos* aparece como predominante en la región de la Cuenca Sedimentaria del Oeste, con el mayor porcentaje de ocurrencia entre las regiones. A su vez para la Ecorregión de Sierras del Este no fue reportada.

En la Ecorregión Escudo Cristalino, la especie que aparece con mayor frecuencia en las parcelas es *Ligustrum sp.*

**Tabla 9. Registro de Parcelas del IFN y con EEI priorizadas por el CEEI presentes por ecorregión**

| ECO REGIÓN                     | <i>Gleditsia triacanthos</i> | <i>Ligustrum sp</i> | PM IFN       | PORCENTAJE CON <i>Gleditsia</i> | PORCENTAJE CON <i>Ligustrum sp</i> |
|--------------------------------|------------------------------|---------------------|--------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Cuenca sedimentaria Gondwánica | 7                            | 5                   | 350          | 24%                             | 1,43%                              |
| Cuenca sedimentaria del Oeste  | 34                           | 42                  | 197          | 17,2%                           | 21,3%                              |
| Cuesta Basáltica               | 4                            | 15                  | 326          | 1,2%                            | 4,6%                               |
| Escudo Cristalino              | 25                           | 62                  | 120          | 20,8%                           | 51,7%                              |
| Graven de la Laguna Merín      | 1                            | 6                   | 157          | 0,6%                            | 3,8%                               |
| Graven del Santa Lucía         | 6                            | 26                  | 60           | 10%                             | 43,3%                              |
| Sierras del Este               |                              | 10                  | 280          | 0%                              | 3,6%                               |
| <b>Total</b>                   | <b>77</b>                    | <b>166</b>          | <b>1.490</b> |                                 |                                    |

De la tabla 9, se desprende que la ubicación de las parcelas invadidas por la especie *G. triacanthos* según ecorregiones, refleja la situación descrita por la investigación desarrollada para el país.

En la Cuenca Sedimentaria del Oeste se encuentra ubicada el Área Protegida Esteros de Farrapos e islas del río Uruguay, donde una de las mayores problemáticas del área es la invasión con *G. triacanthos*, por lo que se llevan a cabo distintos trabajos de investigación para su control y erradicación.

Sosa *et al.* (2018) en modelos de distribución de la especie a nivel regional, indican la favorabilidad de *G. triacanthos* en un patrón espacial relacionado al eje suroeste-este del país siendo los departamentos de Soriano, Colonia y Flores los que presentan mayores valores de favorabilidad. También detectó que la favorabilidad de *G. triacanthos* se incrementa con la proximidad a los centros urbanos, coincidiendo con el patrón de dispersión conocido para la especie. El modelo a la resolución local de parcelas indicó que zonas bajas y con actividad agrícola son las zonas de mayor riesgo para la ocurrencia de las especies invasora. Coincidentemente no aparecen en parcelas invadidas en la zona de Sierras del Este del país (departamentos de Maldonado, Rocha, Lavalleja).

Se detectó que los territorios favorables coinciden en parcelas con actividad agrícola, indicando la presencia y actividad del hombre, principal motivo de dispersión y expansión de esta especie invasora. Estos resultados son complementarios y consistentes con los del modelo regional que detecta los valores más altos de favorabilidad en los departamentos de Soriano y Colonia en los que se desarrolla una intensa actividad agrícola; la actividad ganadera no parece ser una de las variables relevantes para explicar la favorabilidad local en parcelas de esta especie según la distribución actual observada.

El modelo a la resolución local de parcelas indicó que zonas bajas y con actividad agrícola son las zonas de mayor riesgo para la ocurrencia de la especie invasora (Sosa *et al.* 2018).

## 5. CONCLUSIONES

Este trabajo ayuda a visualizar y analizar geográficamente la presencia de parcelas invadidas del bosque nativo, aportando al conocimiento de la distribución de dichas especies a nivel nacional.

La mayor concentración de parcelas con presencia de EEI se da en la región Suroeste del país, lo cual es coincidente con la información recabada en la Base de Datos de Especies Exóticas Invasoras (InBUy). Los departamentos costeros de Montevideo, Canelones, San José y Colonia presentan el mayor número de EEI y registros para la totalidad del territorio uruguayo. A su vez, se constata que los principales cursos de agua del suroeste del país cuentan con alta presencia de parcelas invadidas.

Se detectó que los tipos de bosque nativo con mayor grado de invasión dentro de las parcelas del IFN son el bosque de parque y el bosque ribereño. En el caso del ribereño, puede ser explicado por diferentes factores ecológicos, por ejemplo, vinculado al efecto del agua como agente dispersor; el ambiente húmedo, propicio para la germinación y desarrollo de plántulas (Delfino, 2015); media sombra con protección de temperaturas y vientos extremos; suelos livianos con alta proporción de arena y acumulación de mantillo y materia orgánica (Nebel & Porcile, 2006) así como factores antrópicos, como puede ser construcción de puentes carreteros (Búrmida, 2011).

Las especies que aparecen mayormente presentes en las parcelas del IFN coinciden con las priorizadas a nivel nacional (*Ligustrum* y *Gleditsia*). Esto se debe a su capacidad de desplazar totalmente a especies nativas debido a su capacidad invasora.

El porcentaje de invasión para el bosque de quebrada es el de menor valor (1.63 %, tabla 5) frente a los otros tipos de bosques nativos. Esto puede deberse a múltiples factores, a citar: a) los montes de quebrada se encuentran en el Noreste del país, zona más alejada de los focos marcados en las zonas de calor de invasión (Suroeste) o sea zonas de menor fuente de propágulos; b) los montes de quebrada generalmente son bosques de difícil acceso, ya sea para el ganado o para su explotación; generalmente son bosques menos intervenidos, por lo tanto se encuentran en mejor estado de conservación, disminuyendo la probabilidad de invasión o su capacidad de invasibilidad, (menor susceptibilidad a la invasión); y c) son bosques subtropicales con mayor biodiversidad, con mayor número de especies por estrato del bosque y mayor número de estratos, otorgando una mayor competencia a especies exóticas (mayor resistencia a la invasión). Elton, citado por Mack *et al.* (2000) propuso en 1958 que la resistencia de una comunidad a las invasiones crece en proporción al número de especies presentes en la comunidad. Por lo que las comunidades son más “estables” si son ricas en especies, y los nichos vacantes, si los hay, puedan ser defendidos exitosamente de un inmigrante.

Si analizamos las EEI priorizadas según ecorregión, observamos que el Escudo Cristalino presenta el mayor porcentaje de presencia para ambos géneros; y en segundo lugar depende de la especie: *Ligustrum* aparece en Graven de Santa Lucía y *Gleditsia* en la Cuenca sedimentaria del Oeste.

También se observa que la especie *Gleditsia triacanthos* no se encuentra muestreada en la Ecorregión Sierras del Este, mientras que *Ligustrum sp.* se encuentra en todas las ecorregiones del país.

## 6. RECOMENDACIONES

Algunos tipos de bosque que poseen limitada distribución a nivel país y poseen baja densidad de cobertura, como son bosque psamófilo, bosques de parque, palmar o serrano “ralos”, no fueron inventariados en estas etapas del IFN. En futuros inventarios sería conveniente, previo a la

distribución de parcelas, realizar una estratificación por tipo de bosque de manera de asegurar representatividad de los distintos ecosistemas boscosos.

El tojo – *Ulex europaeus*, Fabaceae no ha sido detectado en las parcelas del IFN en bosque nativo. Sin embargo, esta especie tiene características de invasora en otros ecosistemas y es incluida entre las especies más invasoras del mundo (Lowe, et al., 2000). Su presencia en la zona de Sierras del este, es actualmente una preocupación debido a su incipiente aumento de cobertura y es por eso que ha sido priorizada por el CEEI. Se plantea la necesidad de monitorear su colonización para definir prácticas de prevención de la invasión y control y/o erradicación en las zonas invadidas.

Ha sido ampliamente registrado en la Sierra del Este, Graven de la Laguna Merín y Graven del Santa Lucía, y con menor frecuencia en el Escudo Cristalino, donde potencialmente podría invadir en forma generalizada, al igual que en la Cuenca Sedimentaria Gondwánica y el sur de la Cuenca Sedimentaria del Oeste (Brazeiro 2015). Provoca perjuicios económicos, a través de superficies productivas y conformación de barreras impenetrables para el tránsito de ganado; desvalorización de productos, en particular la lana de los ovinos por restos vegetales en la lana; reducción de hábitats y pérdida de biodiversidad. Por su ubicación, es gran competidor por el sitio con el bosque serrano.

Como se ha mencionado anteriormente la invasión se relaciona con intervenciones antrópicas en el territorio; a su vez se observa que zonas fluviales son mayormente afectadas por la invasión, por ello surge la necesidad de establecer protocolos de restauración en las zonas afectadas por diferentes acciones, especialmente aquellas obras de infraestructura como pueden ser los puentes carreteros. En casos de intervenciones, se debe evitar dejar el suelo desnudo, ya sea para evitar la erosión o por ser una posible vía de entrada para la instalación de EEI. Para cada situación se deberá contar con las especies nativas más adaptadas a cada situación de restauración. En estudio realizado en bosques de Melilla, Parque Municipal Humedales de Santa Lucía, se observó que la gramínea nativa *Melica sarmentosa* limita el reclutamiento del Ligustro, posiblemente a través de competencia, otorgando posibilidad para la restauración de áreas degradadas por la invasión de Ligustro. También se determinó la competencia de la especie arbórea *Jodina rhombifolia* (Sombra de toro). Bajo esa especie, la densidad de plántulas de Ligustro fue menor (Brazeiro et al. 2018). Se ha mencionado el efecto de control natural de las plantas de esta especie ya que es un hemiparásito de renovales a nivel de raíces (Delfino 2015).

Un marco legal adecuado (marco normativo que permita su combate) y una planificación interinstitucional efectiva de las acciones a llevar a cabo para su control o combate, podrían detener el avance hacia zonas aún no invadidas, de manera de proteger esos bosques aún no degradados.

Teniendo en cuenta el menor grado de degradación de los bosques del Norte del país se sugiere una campaña de educación que enseñe la pronta detección de los individuos jóvenes de las EEI “priorizadas” estimulando la extracción de los mismos apenas reconocidos en los bosques nativos, ayudando a mantener los bosques del norte del país en una mejor condición. Es bien importante su extracción en estado juvenil antes que su copa domine el dosel del bosque, ya que se ha comprobado que la extracción de estos árboles adultos favorece la regeneración de la propia especie de una manera exponencial.

Si bien es necesario continuar generando investigación y conocimiento, existe una base suficiente para que el control sea iniciado, generando experiencias pilotos de éxito y referencias positivas. Aprender a priorizar es, por lo tanto, clave para las inversiones realizadas estén bien orientadas y generen buenos resultados. Casos positivos de contención o control de EEI aumentan la oportunidad de restauración de entornos naturales y estimulan a que otras acciones sean realizadas, generando efectos en cadena que tienden a beneficiar mucho la diversidad biológica y la sustentabilidad de los servicios ambientales (Ziller 2012)

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Aber, A., Zerbino, S., Porcile, J.F., Segui, R., Balero, R. (eds) (2015). *Especies exóticas invasoras leñosas: experiencias de control*. Montevideo: Comité Nacional de Especies Exóticas Invasoras-MVOTMA.
- Aber, A., Ferrari, G., Porcile, J. F. and Zerbino, S. (2012). *Identificación de prioridades para la gestión nacional de las especies exóticas invasoras*. Comité Nacional de Especies Exóticas Invasoras. Montevideo: Imprenta Rojo.
- Aguirre Muñoz, A. and Mendoza Alfaro, R. (2009). Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. En: *Capital Natural de México vol ii*. Estado de conservación y tendencias de cambio. México: CONABIO, pp. 277-318.
- Brazeiro, A. (2015). *Eco-Regiones de Uruguay: Biodiversidad, Presiones y Conservación. Aportes a la Estrategia Nacional de Biodiversidad*. Brazeiro, A (ed). Montevideo: Facultad de Ciencias, CIEUDUR, VS-Uruguay.
- Brazeiro, A. (2018). *Recientes avances en investigación para la gestión y conservación del bosque nativo de Uruguay*. Libro de Resúmenes. Montevideo: Facultad de Ciencias, MGAP, BMEL. Tradinco S.A.
- Brazeiro, A., Toranza, C. and Haretche, F. (2018). Distribución, reclutamiento y establecimiento de *Ligustrum lucidum* en bosques de Uruguay. En: Brazeiro, A (ed). *Recientes Avances en Investigación para la Gestión y Conservación del Bosque Nativo de Uruguay*. Montevideo: Tradinco S.A, pp. 32-35.
- Brugnoli, E. & Laufer, G. (2018). *Ecología, Manejo y Control de Especies Exóticas Invasoras en Uruguay, del diagnóstico a la acción*. Montevideo: MVOTMA.
- Brugnoli, E., Masciadri, S. & Muníz, P. (2009). Base de datos de especies exóticas e invasoras en Uruguay, un instrumento para la gestión ambiental y costera. Montevideo: Ecoplata. InBUy (Base de datos de Invasiones Biológicas para Uruguay).
- Brussa, C. A. & Grela, I. A. (2007). *Flora Arbórea del Uruguay: con énfasis en las especies de Rivera y Tacuarembó*. Montevideo, Uruguay: COFUSA.
- Búrmida, M. (2011). Leñosas exóticas en bosques fluviales de la zona sur del Uruguay: perturbación antrópica y grado de invasión. Montevideo: Facultad de Ciencias. UDELAR.
- Caballero, N. (2015). Análisis de las invasiones de especies leñosas exóticas en las Quebradas del Norte de Uruguay. En: Aber, A., Zerbino, S., Porcile, J.F., Segui, R., Balero, R. (eds). *Especies Exóticas invasoras leñosas: experiencias de control*. Montevideo: MVOTMA. 26-31.
- Carrere, R. (1994). Monte indígena: la invasión de las exóticas. Tierra Amiga Nº 22.
- Carvajales, A. (2013). Modelos de distribución de la acacia invasora: *Gleditsia triacanthos* como herramientas para su manejo. Montevideo: Facultad de Ciencias. UDELAR.
- Delfino, L. (2015). Ligustro (*Ligustrum lucidum*). En: Aber, A., Zerbino, S., Porcile, J.F., Segui, R., Balero, R. (eds). *Especies Exóticas invasoras leñosas: experiencias de control*. Montevideo: MVOTMA. 20-23.
- Echeverría, R. (2009). Inventario Forestal Nacional. Manual de Campo, Montevideo: FAO-DGF.
- Levine, J. M., Adler, P. B. and Yelenik, S. G. (2004). A meta-analysis of biotic resistance to exotic plant invasions. *Ecology Letters* 7, 975-989.
- Lowe, S., Boudjelas, S., Browne, M. and De Poorter, M. (2000). 100 of the World's Worst Invasive Alien Species a selection from the Global Invasive Species Database, s.l.: The Invasive Species Specialist Group (ISSG) of the World Conservation Union (IUCN).
- Millenium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). *Ecosystems and Human Well-being*. Washington DC: Island Press.

- Martino, A. L. (2012). La expansión de *Ligustrum lucidum* en la cuenca media del Río Santa Lucía (Uruguay). Acción del clima en el reclutamiento. Montevideo: Facultad de Ciencias. UDELAR.
- Masciadri, S., Brugnoli, E. and Muniz, P. (2010). La base de datos de Especies Exóticas e Invasoras en Uruguay-InBUy: una herramienta útil para enfrentar esta amenaza sobre la biodiversidad. *Biota Neotropical* 10, 205-214.
- Mello, K. (2017). Aproximación al mercado de leña para combustible en la ciudad de Rivera, Uruguay, Rivera: Pasantía de la Tecnicatura en Gestión de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable.
- Nebel, J. P. and Porcile, J. F. (2006). La contaminación del bosque nativo por especies arbóreas y arbustivas exóticas. Montevideo: DGF-MGAP.
- Proyecto REDD+ Uruguay, MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca) - MVOTMA (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente). 2020. Análisis de los impulsores de deforestación y degradación del bosque nativo en Uruguay. García de Souza, M. L., Chiesa, V., Etchebarne, V., Justo, C., Martino, D. Montevideo, Uruguay.
- Richardson, D. M. and Pysek, P. (2006). Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invasibility. *Progress in Physical Geography*. 30, 409-431.
- Romero, D., Ugalde, S., Sosa, B. and Guerrero, J. C. (2018). Zonas de riesgo de invasión de *Gleditsia triacanthos* en Uruguay: factores relevantes desde la combinación de la resolución regional y local. En: Brazeiro, A (ed). *Recientes avances en investigación para la gestión y conservación del bosque nativo de Uruguay*. Libro de Resúmenes. Montevideo: Tradinco S.A, pp. 46-49.
- Sher, A. and Hyatt, L. (1999). The disturbed resource flux invasion matrix: A framework for patterns of plant invasion. *Biological invasions* 1, 107-114.
- Sosa, B., Caballero, N., Carvajales, A., Fernández, G., Mello, A.L., Achkar, M. (2015). Control de *Gleditsia triacanthos* en el Parque Nacional Estero de Farrapos e Islas del Río Uruguay. *Ecología Austral* 25 (3), 250-254.
- Sosa, B., Romero, D., Fernández, G. & Achkar, M. (2018). Spatial analysis to identify invasion colonization strategies and management priorities in riparian ecosystems. *Forest Ecology and Management* 411, 195-202.
- Theoharides, K. and Dukes, J. (2007). Plant invasion across space and time. Factors affecting non indigenous species success during four stages invasion. *New Phytologist* 176, 256-273.
- Toranza, C., Haretche, F. and Brazeiro, A. (2018). Distribución, reclutamiento y establecimiento de *Ligustrum lucidum* en bosques de Uruguay. En: Brazeiro, A (ed). *Recientes avances en Investigación para la Gestión y Conservación del Bosque Nativo de Uruguay*. Montevideo: Tradinco S.A. 32-36.
- Toranza, C., Tarragó, V. and Haretche, F. (2018). Regeneración e invasión en bosques serranos de Uruguay. En: Brazeiro, A. (ed). *Recientes avances en investigación para la gestión y conservación del bosque nativo de Uruguay*. Libro de Resúmenes. Montevideo: Tradinco S.A. 28-31.
- Traversa, I. and Reyes, M. (2013). Caracterización, distribución y manejo de los bosques nativos en el Norte de Uruguay. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 84, 249-262.
- Vilá, M., Valladares, F., Traveset, A., Santamaria, L. and Castro., P. (ed) (2008). Invasiones biológicas Madrid. España: CSIC.
- Zamora, L., Montti, L., Grau, R. and Paolini, L. (2014). Efectos de la invasión del ligustro, *Ligustrum lucidum*, en la dinámica hídrica de las Yungas del noroeste argentino. *Bosques* 35, 195-205.
- Ziller, S. (2012). Como establecer prioridades para acciones de control de las especies exóticas invasoras. En: Aber, A., Ferrari, G., Rodriguez, E., Zerbino, S (eds). *Identificación de prioridades para la gestión nacional de las especies exóticas invasoras*. Montevideo: Imprenta Rojo, pp. 35-43.