

REVISTA BIOINVASIONES

*Revista de invasiones biológicas de América Latina
y el Caribe*



Volumen 1- Año: 2018

<http://bioinvasiones.org/>

BioInvasiones publica artículos científicos y revisiones sobre invasiones biológicas en todo tipo de especies y reportes sobre nuevas introducciones e invasiones recientes, en todo tipo de ecosistemas en América Latina y el Caribe. Nos interesa también publicar propuestas sobre prevención, control o políticas para el manejo de invasiones en América Latina y el Caribe. Recibimos también propuestas para publicar números especiales como resultados de simposios, talleres, cursos y grupos de trabajo.

BioInvasiones es la continuación del Boletín de la Red Latinoamericana para el Estudio de Especies Invasoras; este Boletín fue publicado entre los años 2011 y 2014. BioInvasiones estará disponible solo en versión digital. Nuestros artículos estarán disponibles en internet en la página web www.bioinvasiones.org

Comité editorial

- Ileana Herrera
- Ramiro Bustamante
- Philip Hulme
- Martín Núñez
- Aníbal Pauchard
- Daniel Simberloff
- Sergio Castro

ACTUALIZACIÓN DEL ESTADO DE *PITTOSPORUM UNDULATUM* EN LOS BOSQUES DE ZAPALLAR, CHILE CENTRAL

(AN UPDATE OF THE STATE OF *PITTOSPORUM UNDULATUM* IN THE FORESTS OF ZAPALLAR, CENTRAL CHILE)

Nicolás Velesco¹, Cristina Soto² & Nicolás Elliott²

1Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Laboratorio de Ecología Geográfica

Email: njvelasc@uc.cl

2Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Resumen

Desde el año 2002, *Pittosporum undulatum* se registra con naturalización en los bosques de Zapallar. Durante 2017 se realizó una prospección en el sector para actualizar el estado de conocimiento acerca de la especie. Se encontró que esta ocupa condiciones de laderas, bosque y quebradas perturbadas, con abundancias crecientes en el mismo orden. La abundancia se relaciona con el tipo de hábitat, la altura máxima del parche y la distancia a la urbe. A mayor distancia de la urbe, la proporción de juveniles es mayor. La tasa de expansión cercana de la especie se estableció a 56 m/año, mientras que la dispersión a mayor distancia puede alcanzar 1.3 km. Finalmente un modelo de distribución, muestra alta probabilidad de ocurrencia para la especie en el sector, y una posible expansión por la costa hasta Los Vilos por el norte, San Antonio por el sur y Putaendo-Petorca hacia el interior.

Abstract

Since 2002, *Pittosporum undulatum* is present in the forests of Zapallar. In 2017 we carried out a field evaluation in the sector to update the state of knowledge about the species. We found that it occupies slope conditions, forest and disturbed streams, with increasing abundances in the same order. The abundance is related to the type of habitat, the maximum height of the patch, and the distance to cities. At greater distance from the city, the proportion of juveniles is higher. The rate of expansion of patches of the species

was established at 56 m/yr, while the dispersion at greater distance can reach 1.3 km. Finally, a distribution model shows a high probability of occurrence for the species in the sector, and a possible expansion along the coast to the cities of Los Vilos in the north, San Antonio in the south and Putaendo-Petorca inland.

Palabras claves: *Distribución, Invasión, Pittosporo, Vegetación relictas.*

Introducción

Pittosporum undulatum (Pittosporaceae) es un árbol nativo del sureste de Australia, que se ha utilizado como especie ornamental y se ha vuelto invasiva en islas como Jamaica, Azores, países como Sudáfrica, e incluso en otras zonas de Australia (Gleadow & Ashton, 1981; Bellingham *et al.*, 2005; Lourenço *et al.*, 2011). En varias de estas regiones, se ha encontrado que *P. undulatum* se ve favorecido por la humedad ambiental (Costa *et al.*, 2012; Horta *et al.*, 2010). Se ha documentado que esta especie afecta negativamente el establecimiento de otras plantas (Mullett & Simmons, 1995), reduce la regeneración y riqueza de especies nativas (Goodland & Healey, 1997; Rose & Fairweather, 1997) y puede llevar a cambios estructurales en el ecosistema (Rose & Fairweather, 1997; Gleadow & Narayan, 2007). Para el caso de Chile, ya en 1946 F. Johow lo describía como una especie muy apta como ornamental para la localidad de Zapallar (31° 55' S, 71° 43' O), señalando “*si se abriera una vez un certamen para los árboles cuyo cultivo en nuestro balneario hubiera dado mejores resultados, el primer premio debería discernir a esta especie*”.

Los primeros registros que se tienen de su naturalización en la zona de Zapallar corresponden a más de 15 ejemplares en una prospección a la Quebrada El Tigre (Teillier 2002). Trece años después, se reportó en el parque el Boldo, ubicado a 2,5 km al oeste del primer registro (32,54°S 71,45°O; extremo poniente de los bosques de Zapallar), que tras dos años de manejo en 75 ha de parque se habían retirado más de 5500 individuos de la especie (Gildemeister, 2015). Adicionalmente, nosotros en el invierno de 2017 durante un censo de aves en el sector de Zapallar, encontraron parches de *P. undulatum* de hasta 3 metros de altura y con abundante regeneración, en un sector equidistante del primer registro y los del parque el Boldo. Dados estos antecedentes, el objetivo general de este estudio es actualizar la información de la especie en los bosques de Zapallar, indicando qué tipos de hábitats utiliza y conocer el estado actual de invasión en base a su abundancia. Los objetivos secundarios son estimar su tasa de expansión en la localidad de estudio y su distribución local potencial. Esto para tener un registro que pueda servir para estudios posteriores y con el fin de señalar el posible riesgo que puede significar la especie para el sector.

Materiales y métodos

Área de estudio

Los bosques de Zapallar ($31^{\circ} 55' S$, $71^{\circ} 43' O$; Figura 1) son reconocidos por tener vegetación relictica, con especies como *Aetoxicum punctatum* (olivillo), *Beilschmiedia miersii* (belloto del norte) y *Myrceugenia correifolia* (petrilla) (Pérez & Villagrán, 1985). Esta vegetación de quebradas y ladera sur, es dependiente en gran medida de una alta humedad ambiental debida a niebla costera (Amigo & Flores-Toro, 2012). A su vez, entre sus quebradas, la Quebrada el Tigre es un referente para estudios de flora de la zona centro-costera de Chile, siendo descrita por primera vez por Looser (1950). Hoy, se pueden encontrar decenas de trabajos para esta localidad en específico. Desde el año 2010, el sector se encuentra protegido por una iniciativa privada titulada “Corporación Bosques de Zapallar” que tiene por objeto la conservación de la biodiversidad del lugar de manera perpetua (CBZ, 2018).

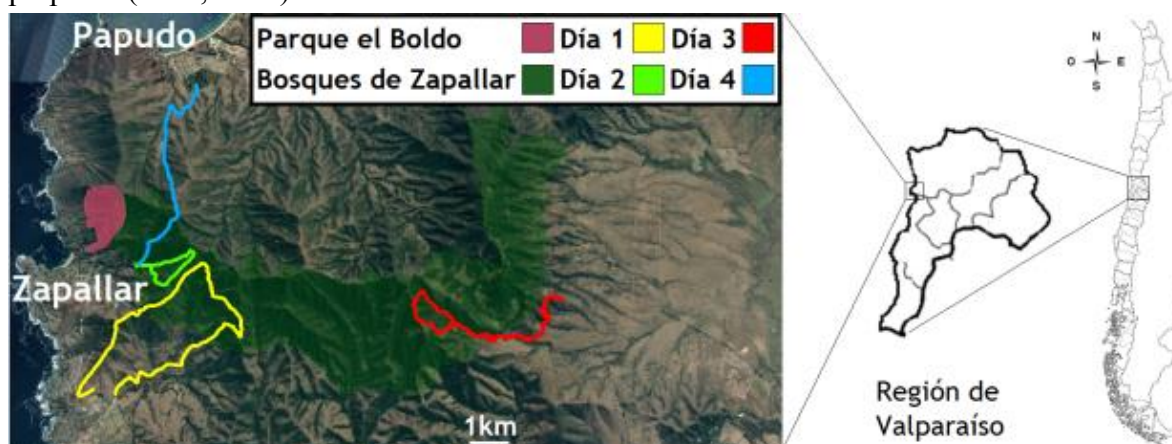


Figura 1- Localidad, bosques de interés y zonas de muestreo

Muestreo y metodología

Durante cuatro días de octubre 2017, se visitaron cuatro senderos diferentes en la zona de interés (Figura 1). De estos senderos, solo el del día tres no presentó presencia de la especie. En los senderos con *P. undulatum*, cada vez que la especie era encontrada se muestreaban todos los individuos presentes en un radio de 20 m. Cada una de estas parcelas de 20 m de radio fue georreferenciada en su centro. El registro de individuos se realizó separándolos en cinco clases de altura: i) menores que 0,5 m, ii) entre 0,5 y 1 m, iii) entre 1

y 2 m, iv) entre 2 y 4 m, y v) mayores que 4 metros. Para los individuos mayores de 4 m de altura se registró su altura específica con un clinómetro. Posteriormente, con Google Earth se obtuvo la distancia en metros (sobre la superficie) a la urbe más cercana, para cada uno de las 36 parcelas muestreadas.

Variables analizadas

a) Descripción de hábitats

Adicionalmente, en cada parcela se caracterizó visualmente el tipo de vegetación y condiciones predominantes en que crece la especie. Para esto se registró: i) la altura y cobertura general del dosel (en ambos casos “baja” o “alta” con respecto a *P. undulatum*), ii) especies más abundantes del dosel y iii) nivel de perturbación (“bajo” o “alto” en función de evidencia de impacto antrópico). Los datos de la descripción de hábitat se dividieron en tres categorías generales que corresponden a donde comúnmente se encontró la especie.

b) Clases de edad, abundancia y dispersión

Luego, con los datos de abundancia por clases de tamaño obtenidos se construyó un histograma de clases de edad, para establecer si la población se encuentra estable o continua creciendo. Las clases de tamaño se llevaron a tres clases de edad, en función de la tasa de crecimiento tabulada para la especie, de 0,75 m/año (SelectTree, 2017). Las clases de edad que se utilizaron fueron: i) regeneración (<1m) que corresponden a individuos de la estación o de menos de dos años, ii) juveniles (1-4 m), y iii) adultos (>4m), que corresponden a individuos que ya comienzan su fase reproductiva.

Para ver si existen patrones en la abundancia, esta se graficó en función de la distancia a la urbe, tipo de hábitat y la altura del árbol de *P. undulatum* más alto de cada parcela. Adicionalmente, con las abundancias registradas se pudo estimar una densidad de individuos por hectárea para cada tipo de hábitat, para compararlo posteriormente con información bibliográfica. Después, se calculó el porcentaje de juveniles sobre el total de individuos por parcela, para ver como varía con la distancia a la urbe. Sin embargo, como el set de datos es pequeño, incluye distintos hábitats, y la distancia sobre la superficie a la urbe es dependiente de la altura y distancia horizontal a la parcela, al utilizar todos los datos

en conjunto no se observó ningún patrón. Por este motivo, el análisis se modificó utilizando en vez de la distancia métrica, el orden correlativo de cada parcela en los senderos.

Por último, la altura del individuo de *P. undulatum* más alto por parcela, se dividió por 0,75 (SelectTree, 2017) para estimar el tiempo en que comenzó a crecer ahí. Con el tiempo calculado y la distancia a la urbe por parcela, se realizó una regresión simple para obtener una tasa media de avance de la distribución local de *P. undulatum* por año.

c) Modelos de distribución

Las georreferencias de nuestras 36 parcelas corresponden a ocurrencias de la especie en el sector. Sin embargo, al proyectarlas en QGIS 2.18.12, y debido a lo local del trabajo, algunas de nuestras ocurrencias son datos duplicados, si se utilizan incluso las capas bioclimáticas más finas de WorldClim a 1 km² de resolución espacial. Por este motivo para tener un conjunto de datos mayor para utilizar en los modelos de distribución, obtuvimos ocurrencias adicionales de la literatura del Parque El Bolso, y ocurrencias adicionales de sectores urbanos de Papudo, Zapallar y Cachagua, hasta finalmente obtener 36 píxeles (de 1 km²) con ocurrencias.

Revisamos en R v1.01.153 las correlaciones entre las 19 variables bioclimáticas de WorldClim y se seleccionaron las que entre ellas tuvieran correlaciones de Pearson menores al 90% para reducir redundancia y multicolinealidad. En MaxEnt 3.4.0 diferentes modelos con diferentes combinaciones de variables fueron proyectados. Finalmente para escoger el mejor modelo se decidió por el con mayor valor en AUC y menor valor en análisis de omisión. El modelo escogido para representar la distribución potencial de *P. undulatum* utilizó las variables BIO5, BIO15 y BIO19.

Resultados

a) Descripción de hábitats

La especie es capaz de crecer en tres tipos de condiciones en el área prospectada: a) condiciones de bosque primario, con dosel elevado y cerrado, b) condiciones de ladera con vegetación de matorral, y c) condiciones de quebradas perturbadas por acciones de ganado o antrópicas (Fig. 2). En las condiciones de bosque primario la especie crece bajo el dosel

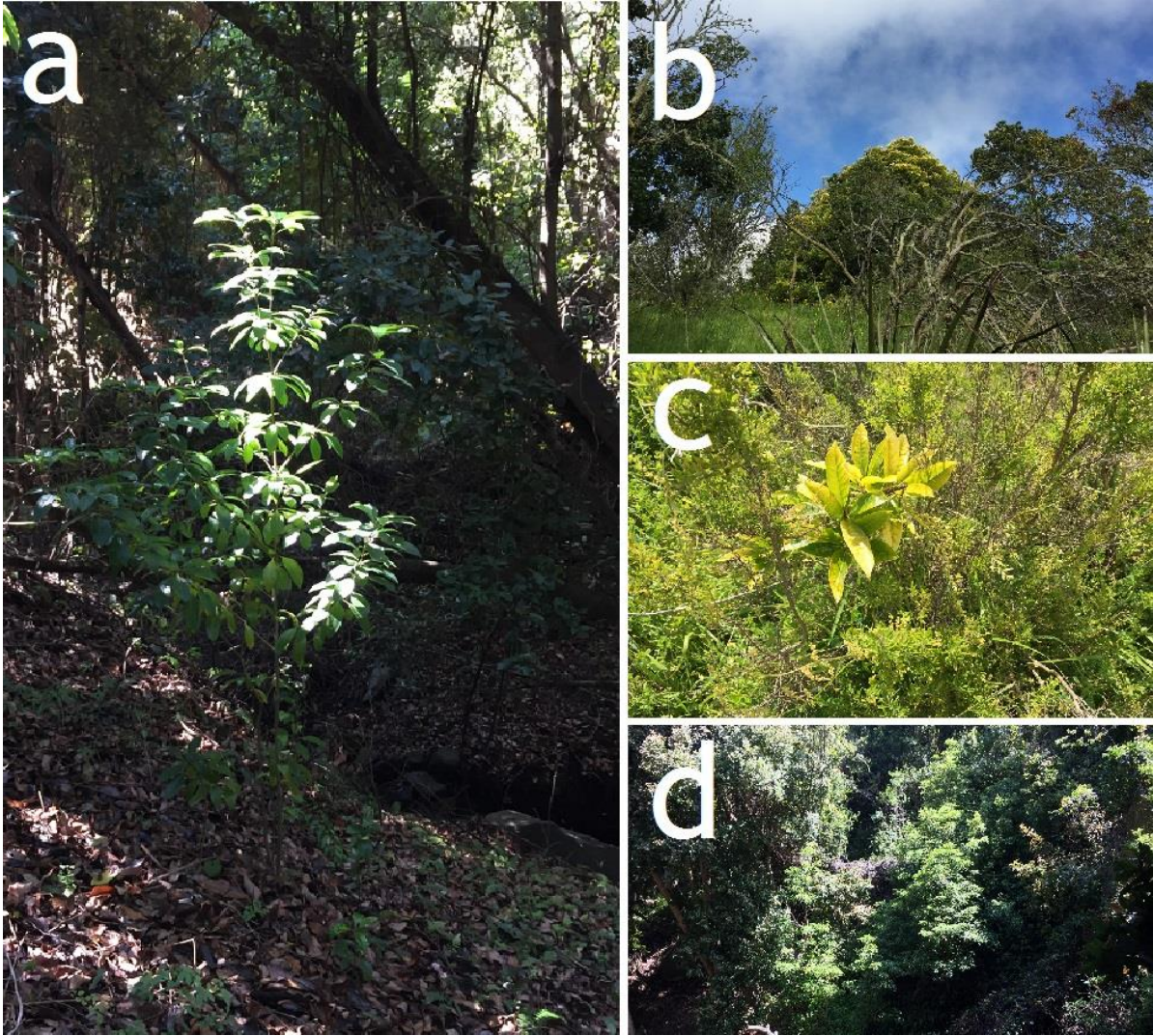


Figura 2 – a) *P. undulatum* creciendo como sotobosque en bosque de *B. miersii* y *C. alba*; b) *P. undulatum* creciendo al sol y con follaje amarillo; c) *P. undulatum* creciendo con la protección de arbustos; d) claro con abundante crecimiento de *P. undulatum*.

de *Beilschmedia mierssi* y *Cryptocarya alba*. Estas especies al alcanzar alrededor de 20 m de altura, mantienen a *P. undulatum* como sotobosque, encontrándose normalmente árboles delgados y de máximo 10 m de altura (Fig. 2a). Solo en condiciones de bordes de camino, donde existe mayor luminosidad, la especie es capaz de alcanzar el dosel y superar la altura de especies esclerófilas más pequeñas, como *Lithraea caustica*. La regeneración de la especie en condiciones de sombra presenta poco del borde ondulado característico de las hojas. Por otro lado, en las condiciones de matorral crecen como arboles compactos, de no más de 8 m de altura, con tronco grueso, follaje más amarillo (Fig. 2b), y hojas marcadamente onduladas. En este tipo de condición se encontraron individuos creciendo

bajo la protección de arbustos (Fig. 2c). Por último, en las condiciones de quebradas perturbadas se encontraron arboles muy altos, llegando hasta los 15 m. La condición húmeda, junto con la apertura de caminos por ganado y personas, además de la apertura de

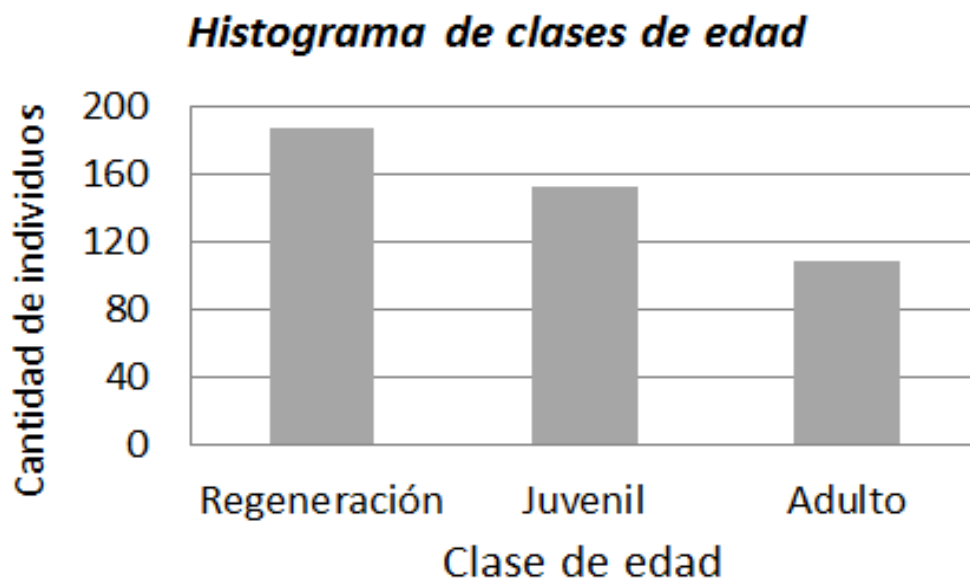


Figura 3 – Histograma de individuos por clase de tamaño y edad.

claros, permite que la especie crezca sin problemas sobrepasando incluso el dosel de belloto del norte y especies esclerófilas (Fig. 2d). En este tipo de condiciones la regeneración es abundante.

Clases de edad, abundancia y dispersión

En total se encontraron 447 individuos de *P. undulatum* (Fig. 3), de estos el 42% corresponden a regeneración (menores a 1 m), el 34% corresponden a juveniles (entre 1 y 4 m), y el 24% corresponden a adultos (mayores de >4 m). Por su parte, las parcelas con árboles más altos tienen mayor abundancia, y esta disminuye al alejarse desde las urbes (Fig. 4).

Adicionalmente, se observa que la abundancia tiende a ser mayor en “quebrada perturbada”, seguido de “bosque primario” y “matorral”. Las abundancias encontradas por tipo de hábitat equivalen a 175, 78 y 40 individuos por hectárea, respectivamente (Fig. 5).

Se encontró que en cada tipo de hábitat muestreado, la proporción de juveniles con respecto al total de individuos por parcela, aumenta al ir alejándose desde el inicio de cada sendero (Fig. 6). Con respecto a la tasa de dispersión cercana, se encontró que la especie en promedio avanza 56 m por año (Fig. 7).

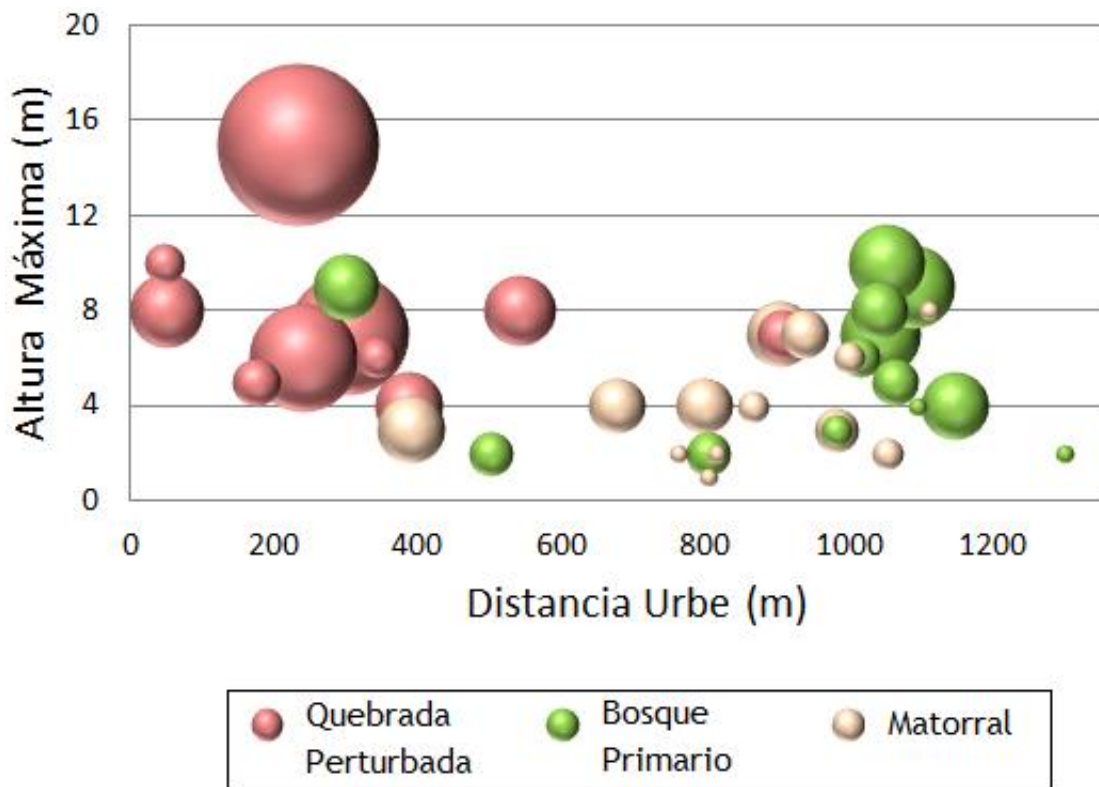


Figura 4 – Abundancia (tamaño de la esfera) de *P. undulatum* en función de la distancia a la urbe, la altura del individuos más alto por parcela y el tipo de hábitat.

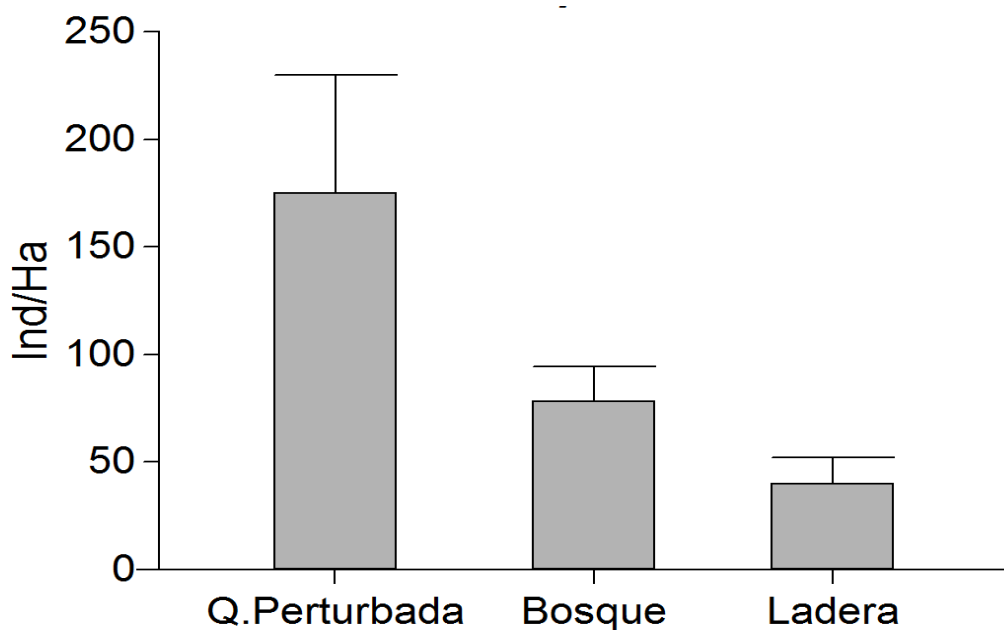


Figura 5 – Individuos por hectárea de *P. undulatum* según tipo hábitat.

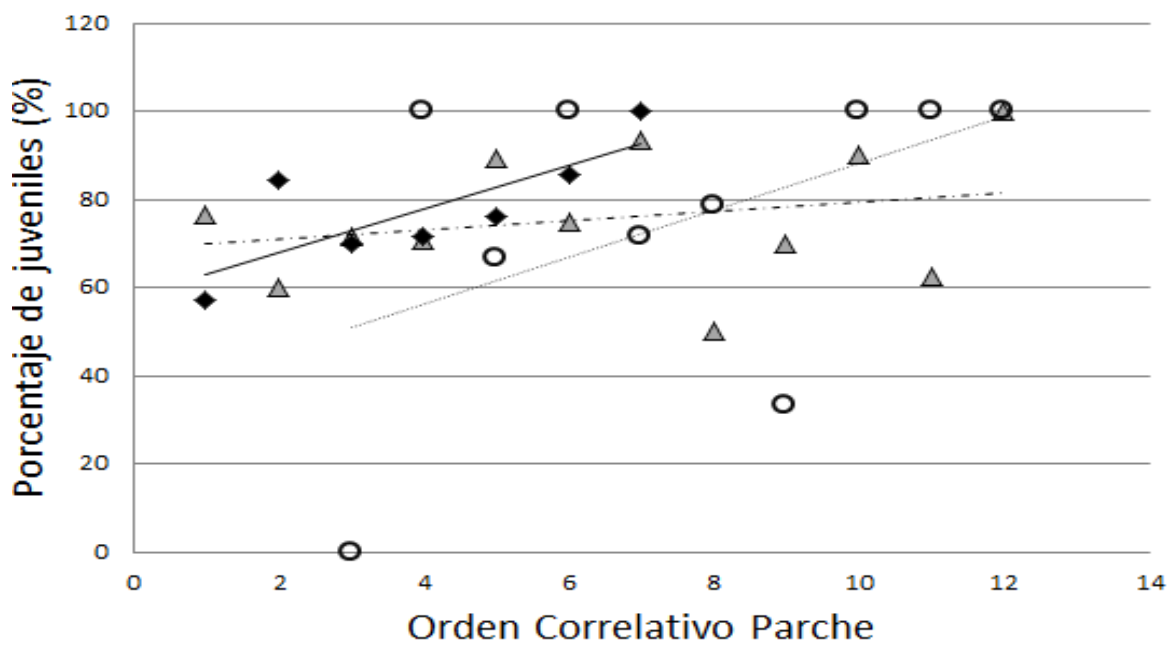


Figura 6 – Relación entre porcentaje de juveniles y distancia correlativa. Rombo negro y línea negra: bosque primario; círculos y línea gris: matorral; triángulos y línea segmentada: quebrada perturbada.

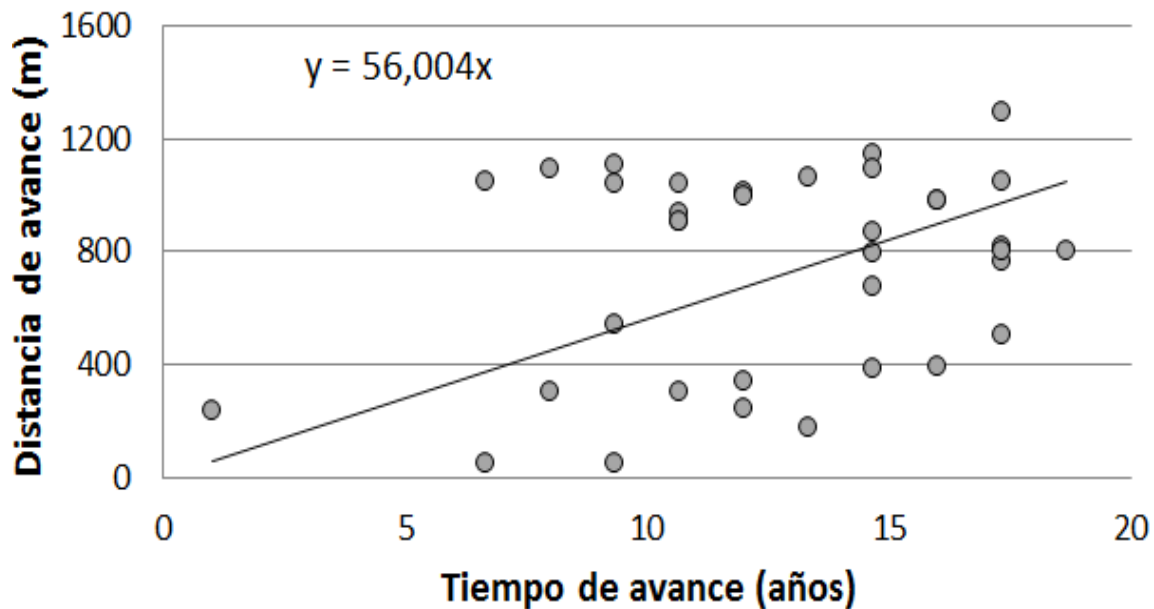


Figura 7 – Tasa de avance calculada según tiempo y distancia de la distribución.

Modelo de distribución

El modelo de distribución generado en MaxEnt muestra que toda la zona de los bosques de Zapallar tiene alta probabilidad de ser ocupado por *P. undulatum*, mientras que a escala regional la especie sería capaz de ocupar todo el borde costero entre el sur de Los Vilos y San Antonio, además de poder expandirse por los cerros hasta Petorca y Putaendo (Fig. 8).



Figura 8 – a) Distribución potencial de *Pittosporum undulatum*, b) Probabilidad en la zona de Zapallar. Área delimitada rosa: Bosques de Zapallar. Probabilidades de ocurrencia: verde ~50%, amarillo ~70%, rojo ~90%.

Discusión

En el estudio la población de *P. undulatum* muestra una estructura no coetánea, con abundantes individuos juveniles y regeneración. Esto señala que la población aún está incrementando (Fig. 3). La actualización realizada en este trabajo, muestra que la especie aparentemente ha ingresado al sector a través de quebradas perturbadas cercanas a la ciudad, ya que muestran la mayor abundancia e individuos más altos (ergo longevos) (Fig. 4). Otros autores también han encontrado que los bordes periurbanos y su cercanía influyen en la invasión de *P. undulatum* (Rose, 1997). Las densidades por hectárea calculadas (Fig. 5), son inferiores a la registradas en otras regiones del mundo (Silva *et al.*, 2017), donde alcanzan entre los 300 y 5000 individuos por ha. En parte, nuestro muestreo tuvo un sesgo hacia encontrar menor abundancia, ya que los días de prospección estuvieron nublados, por lo que había menor visibilidad y la época era coincidente con el crecimiento de las hierbas, lo que dificultaba identificar individuos sobre todo de regeneración. Por lo tanto, es posible que las abundancias por hectárea sean mayores que las registradas. Aun así, es posible plantear que *P. undulatum* aún no logra su máximo potencial, ya que en al menos un parche de quebrada perturbada (y el con el individuo más alto), se encontró una densidad equivalente a 676 ind/ha, indicando un potencial al que pueden llegar las otras parcelas. La proporción de adultos disminuye con la distancia a la urbe (Fig. 6) y esta disminución es más marcada en hábitats no perturbados. Otros autores también han encontrado esta tendencia hacia el interior de zonas mejor conservadas (Rose, 1997). La tasa de expansión calculada a través de la regresión de la distancia de avance en función del tiempo de colonización de la parcela (Fig. 7) es baja, de solo 56 m por año. Sin embargo, esta tasa de avance puede ser un mínimo que describe la dispersión a corta distancia “al interior” o “entre” parcelas. Por otro lado, el individuo aislado más distante de otro se encontró a 1,3 km de una parcela o infraestructura antrópica. Mientras este caso puede mostrar una dispersión a mayor escala, un tanto difícil de observar, ambos procesos están ocurriendo en el sector. El segundo muestra una dispersión aleatoria en el espacio, mientras que el primero muestra una tasa de expansión una vez que ha llegado un individuo a una nueva área. A lo anterior se suma que la especie tiene alta probabilidad de colonizar todo el sector de Zapallar y desplazarse hacia el norte y sur por el borde costero (Fig. 8), por lo que se puede convertir en un problema de mayor escala, si su dispersión a larga distancia es difícil

de detectar. Además otros datos muestran la idoneidad climática de la región, ya que un poco más al norte, se ha encontrado naturalización de *Pittosporum tobira* en el humedal de los Molles (CODECIAM, 2015), especie que a pesar de ser del sudeste asiático, se ha naturalizado en las mismas regiones que *Pittosporum undulatum* (GBIF, 2017). Los tipos de hábitat que utiliza la especie, muestran que es capaz de ocupar la mayoría de las condiciones imperantes de la zona (Fig. 2). Entre las regiones del mundo que la especie ha invadido, también se encuentran algunas regiones secas como Victoria y norte de Sidney (Mullett & Simmons, 1995; Rose, 1997). Similarmente, nuestros registros muestran que *P. undulatum* incluso se estaría expandiendo por laderas con matorral, más secas y con menor vegetación (Fig. 2 y 4). Los resultados muestran que *P. undulatum* hasta ahora no genera grandes abundancias en los hábitats naturales (matorral y bosque primario), pero en los sectores perturbados puede producir altas abundancias e incluso cambios en el dosel. Estos resultados son preocupantes ya que diversos autores han señalado que la especie genera cambios estructurales en el ecosistema (Gleadow & Ashton, 1981; Rose & Fairweather, 1997; Gleadow & Narayan, 2007). En este contexto, la zona de los bosques de Zapallar es de gran importancia, ya que alberga prácticamente la totalidad del bosque nativo adulto denso de la región de Valparaíso (CONAMA, en Amigo & Flores-Toro, 2012). Por estos motivos es que se debe seguir trabajando en el manejo de esta especie invasora, para evitar posibles riesgos asociados a expansión urbana e incremento en la demografía de la especie.

Referencias

- Amigo, J., & Flores-Toro, L. 2014. Syntaxonomical revision of the sclerophyllous woodlands in Central Chile: The Cryptocaryon albae alliance.
- Bellingham, PJ et al. 2005. Hurricane disturbance accelerates invasion by the alien tree *Pittosporum undulatum* in Jamaican montane rain forests. *Journal of Vegetation Science*, 16(6), 675-684.
- CBZ, 2018. Corporación Bosques de Zapallar, sección historia del parque. (www.bosquesdezapallar.cl/index.php/el-parque/historia, web consultada en enero, 2018.)

CODECIAM, 2015. Análisis del conflicto ambiental en los molles, comuna de la Ligua. Parte 2. Flora y Fauna.

Costa, H et al. 2012. Predicting successful replacement of forest invaders by native species using species distribution models: The case of *Pittosporum undulatum* and *Morella faya* in the Azores. *Forest Ecology and Management*, 279, 90-96.

Gildemeister, C. 2015. Guía de buenas prácticas para evitar el ingreso de Especies Exóticas Invasoras en Áreas Silvestres Protegidas. Proyecto GEF Especies Exóticas Invasoras – Chile.

Gleadow, R. M., & Ashton, D. H. (1981). Invasion by *Pittosporum undulatum* of the forests of central Victoria. I. Invasion patterns and plant morphology. *Australian Journal of Botany*, 29(6), 705-720.

Gleadow, Roslyn M.; Narayan, Indira, 2007. Temperature thresholds for germination and survival of *Pittosporum undulatum*: implications for management by fire. *Acta Oecologica*. 31(2). MAR-APR 2007. 151-157.

Goodland, T., & Healey, J. R. (1997). The effect of *Pittosporum undulatum* on the native vegetation of the Blue Mountains of Jamaica. School of Agricultural and Forest Sciences, University of Wales.

Global Invasive Species Database (2017) Species profile: *Pittosporum undulatum*. Downloaded from <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=344> on 22-08-2017.

Hortal, J et al. 2010. Assessing the areas under risk of invasion within islands through potential distribution modelling: the case of *Pittosporum undulatum* in São Miguel, Azores. *Journal for Nature Conservation*, 18(4), 247-257.

Johow, F. (1946). Las plantas de cultivo de Zapallar. *Rev. Chil. Hist. Nat*, 50, 365-513.

Looser, G. —1950— La vegetación de la Quebrada del Tigre (Zapallar) y en especial sus helechos — *Rev. Univ. (Santiago)* 35(1): 53-67.

Lourenço, P et al. 2011. Distribution, habitat and biomass of *Pittosporum undulatum*, the most important woody plant invader in the Azores Archipelago. *Forest Ecology and Management*, 262(2), 178-187.

Mullett, T., & Simmons, D. (1995). Ecological impacts of the environmental weed sweet pittosporum (*Pittosporum undulatum* Vent.) in dry sclerophyll forest communities, Victoria. *Plant Protection Quarterly*, 10(4), 131-138.

Pérez, C, & Villagrán, C. (1985). Distribución de abundancias de especies en bosques relictos de la zona mediterránea de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 58, 157-170.

Pittosporum tobira (Thunb.) Ait. f. in GBIF Secretariat (2017). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist Dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2017-11-02.

Pittosporum undulatum Vent. in GBIF Secretariat (2017). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist Dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2017-11-02.

Rose, S. (1997). Influence of suburban edges on invasion of *Pittosporum undulatum* into the bushland of northern Sydney, Australia. *Austral Ecology*, 22(1), 89-99.

Rose, S., & Fairweather, P. G. (1997). Changes in floristic composition of urban bushland invaded by *Pittosporum undulatum* in northern Sydney, Australia. *Australian journal of botany*, 45(1), 123-149.

SelecTree. "*Pittosporum undulatum* Tree Record." 1995-2017. Oct 31, 2017. < <https://selectree.calpoly.edu/tree-detail/pittosporum-undulatum> >

Silva L et al. 2017. Comparison of-Square, Point Centered Quarter, and-Tree Sampling Methods in *Pittosporum undulatum* Invaded Woodlands. *International Journal of Forestry Research*, 2017

Teillier, S. 2002. *Cotoneaster francheti* (Rosaceae) y *Pittosporum undulatum* (Pittosporaceae): dos nuevas especies leñosas alóctonas, asilvestradas para la flora de Chile. *Chloris Chilensis*, Año 5.