

# LÍNEA BASE SOBRE FLORA Y VEGETACIÓN EN SECTORES CON INFRAESTRUCTURA DE CAMPAMENTOS, REFUGIOS Y HOTEL EN "ESTANCIA CERRO PAINE" (TORRES DEL PAINE): PATRONES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES Y RECOMENDACIONES DE MANEJO AMBIENTAL

Dr. **Osvaldo J. Vidal**, Profesor Asociado Universidad de Magallanes  
M.Sc. (c) **René Muñoz**, Profesor Adjunto Universidad de Magallanes  
**Nelson Bahamonde**, Investigador AMA Torres del Paine

## RESUMEN EJECUTIVO

**Contexto:** La "Estancia Cerro Paine" (ECP) es un predio privado enclavado en el "Parque Torres del Paine" (TDP), cuya principal actividad económica es el turismo, desarrollado para albergar y recrear la demanda del sector que ha incrementado notablemente durante los últimos lustros. En este quehacer, durante los últimos años se ha construido infraestructura, traducida en campings, domos, refugios y ampliación del complejo hotel. Sin embargo, la información sobre biodiversidad asociada a esta infraestructura es parcial y se requiere de generar una línea base adecuada que permita, tanto a actores públicos como privados, tomar y recomendar decisiones de manejo fundamentadas en información de campo.

**Objetivos:** Se presenta información de campo para complementar el actual conocimiento de la línea base sobre flora y vegetación directamente asociada a la construcción de infraestructura en seis diferentes sectores de la ECP: 1) sector "Refugio del Francés"; 2) sector "Refugio Cuernos"; 3) sector Refugio "Chileno"; 4) sector Refugio "Serón"; 5) sector "Refugio Torre Central & Torre Norte" y; 6) sector "Hotel Las Torres y adyacente Centro de Acopio". Los objetivos específicos son: 1) Establecer una línea base para flora y vegetación de sitios perturbados por infraestructura turística en ECP; 2) Determinar especies en categoría de conservación y; 3) Integrar la información para perspectivas de manejo sostenible de la ECP. **Métodos:** Durante 7 días de trabajo de campo intensivo y basado en conocimiento experto, se realizaron 186 censos de vegetación para registrar la flora, que se complementaron con prospecciones de especies de plantas vasculares. La información de campo así generada fué analizada mediante procedimientos estadísticos uni-variados (correlaciones) y multi-variados (non-metric dimensional scaling, indicator species analysis), para describir patrones de riqueza y composición en cada sector, y sectores combinados. **Resultados y discusión:** Se registró un total de 116 especies, con una evidente diferencia entre sectores occidentales (Francés, Cuernos y Chileno), teniendo mayores riquezas de especies nativas que los sectores orientales (refugio Serón, refugios Torre Central y Norte, Hotel Las Torres), éstos últimos concentrando las mayores riquezas y abundancias de especies exóticas. Todos los sitios de estudio tienen árboles muertos por fuego, lo que demuestra el uso de incendios para la habilitación de tierras de crianza de ganado. Este uso fué histórico y transversal en toda la Provincia de Última Esperanza. Especialmente interesante resultó el Refugio del Francés, en cuyos censos no se detectaron especies exóticas. Esto implica que la sucesión post-fuego ocurre de manera natural. En ningún sector se registraron especies con problemas de conservación de acuerdo a la legislación chilena. Sin embargo, y debido a que el muestreo no se realizó en la estación óptima de

floración, especies efímeras y geófitos de corta floración (e.g. orquídeas) pudieron haber pasado desapercibidos. De especial consideración debería ser la inspección de especies de la familia Orchidaceae en cuyo grupo *Gavilea kingii* se encuentra categorizada "En Peligro". También deberían inspeccionarse los sitios para el registro de otros grupos taxonómicos vasculares inconspicuos con problemas de conservación, como los helechos (e.g. Hymenophyllaceae) y Lycopodios (Lycopodiaceae). Así, la presente información debería ser complementada con registros de campo en época de máxima actividad biológica (diciembre-enero). Finalmente, estos resultados permiten diferenciar entre sitios antropizados (orientales) con dominancia de especies exóticas, y sitios naturales, con alto valor ecológico (occidentales) y con dominancia de nativas.

**Recomendaciones de manejo:** En los sectores con vegetación predominantemente nativa, de la sección occidental de la ECP, se deben implementar medidas de control y erradicación de especies exóticas. El monitoreo de las plantas potencialmente invasoras debe ser una prioridad de manejo ambientalmente sostenible.

**Palabras Claves:** Estancia Cerro Paine, ganadería, colonización, línea base, flora, vegetación, recomendaciones de manejo.

## INTRODUCCIÓN

Los levantamientos de información sobre biodiversidad para líneas bases en áreas con uso productivo, constituyen una herramienta fundamental para desarrollar el diagnóstico ambiental de una superficie a intervenir. Esta información permite que tomadores de decisiones tanto públicos como privados, puedan planificar el territorio, y, en consecuencia, disminuir el impacto ambiental potencial asociado al uso de suelo (Noss 1990, Patrick 2014). La región de Magallanes presenta ecosistemas terrestres especialmente sensibles a las perturbaciones antrópicas de gran y pequeña escala (Pisano 1989, Vidal & Reif 2011, Vidal et al., 2015), que pueden ser transformados de manera irreversible como consecuencia del cambio de uso de suelo y actividades productivas relacionadas.

El presente informe entrega una línea base para flora y vegetación de sitios potencialmente afectados por uso turístico en la "Estancia Cerro Paine", una estancia privada enclavada en el Parque Nacional Torres del Paine, uno de los sitios protegidos más importantes de Chile. Basados en conocimiento experto y por medio de métodos internacionalmente validados para una "evaluación rápida de biodiversidad" (en inglés "*rapid biodiversity assessment*", sensu Patrick 2014), se entrega información fundamental e integrada sobre flora y vegetación de 6 sitios intervenidos por infraestructura de refugios y hoteles con fines turísticos en el área privada de "Estancia Cerro Paine": 1) sector "Refugio del Francés"; 2) sector "Refugio Cuernos"; 3) sector Refugio "Chileno"; 4) sector Refugio "Serón"; 5) sector "Refugio Torre Central & Torre Norte" y; 6) sector "Hotel Las Torres y adyacente Centro de Acopio". Concomitantemente, los objetivos del presente informe son: 1) Establecer una línea base para flora y vegetación de sitios perturbados por infraestructura turística (e.g. Refugios, Hotel) en "Estancia Cerro Paine"; 2) Determinar especies en categoría de conservación y; 3) integrar la información para perspectivas de manejo sostenible de la "Estancia Cerro Paine".

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Registro de Campo

Entre las fechas 13 y 19 de mayo del 2017 se ejecutó una campaña de terreno para desarrollar una línea base de flora y vegetación adyacentes a los refugios, campings y hotel de la "Estancia Cerro Paine", predio privado enclavado en el parque nacional Torres del Paine. Aunque la fecha de terreno no es la óptima para la elaboración de un catálogo de especies definitivo, es necesario señalar que incluso en otoño, existe una alta probabilidad de detectabilidad de las especies que podrían estar en categoría de amenaza para Magallanes. Estas especies son eminentemente leñosas (e.g. *Mulguraea tridens*, *Mulinum valentini*) y en algunos casos herbáceas (e.g. *Grammitis patagonica*) ([Anexo I](#)).

El muestreo se ejecutó haciendo usos de censos de vegetación de 1 m<sup>2</sup> para aumentar la detectabilidad de especies herbáceas de pequeño tamaño y/o efímeras y para estimar con mayor precisión la cobertura relativa de cada una de las especies ([Mueller-Dombois & Ellenberg 1974](#)). Se registró la cobertura de las especies mediante estimaciones directas de porcentajes en escalas de 5%, y en el caso de que la especie estuviese presente una sola vez o tuviese una representación menor al 5% se estimó directamente el porcentaje en escala de 1%, 2%, 3%, y 4%. Estas estimaciones son posteriormente rankeadas y/o transformadas para disminuir la varianza incrementada debido a subjetividad del observador (e.g. [McCune & Grace 2002](#)). Los censos fueron establecidos alrededor de los refugios intentando cubrir la máxima variabilidad de los diferentes tipos fisionómicos de la vegetación (e.g. bosques, matorrales, praderas, humedales). Se definió una distancia mínima de 10 metros entre censos para evitar autocorrelación espacial ([Legendre & Fortin 1989](#)), y una distancia máxima arbitraria desde el refugio de 750 m, asumiendo un impacto de la infraestructura en ese radio. Para optimizar la detectabilidad de especies, se realizaron colectas intensivas alrededor de los refugios. De esta manera se complementó significativamente el catálogo de especies.

En total se realizaron 186 censos de vegetación en todos los refugios: Francés (28); Cuernos (31); Chileno (22); Serón (32); Central & Norte (40); Hotel Las Torres & Centro de Acopio (33). Los ejemplares fueron colectados y herborizados para conservar las carpetas de herbario como registros de campo. Las determinaciones se hicieron siguiendo literatura taxonómica tradicional (e.g. [Matthei 1995](#), [Moore 1986](#), [Marticorena 2006](#)) y mediante guías de campo especializadas (e.g. [Vidal 2007](#), [Domínguez 2012](#)). La nomenclatura sigue a [Henríquez et al. \(1995\)](#), actualizada de los listados online del International Plant Name Index del Kew Garden en U.K ([Croft et al. 1999](#)).

### Análisis de datos

La información de campo fue analizada como un conjunto (sectores sumados) y por separado (sectores por separado) considerando las diferentes

infraestructuras, a saber: 1) Refugio Valle del Francés; 2) Refugio Cuernos; 3) Refugio Chileno; 4) Refugio Serón; 5) Refugios Torre Norte & Central y; 6) Hotel Las Torres & Centro de Acopio.

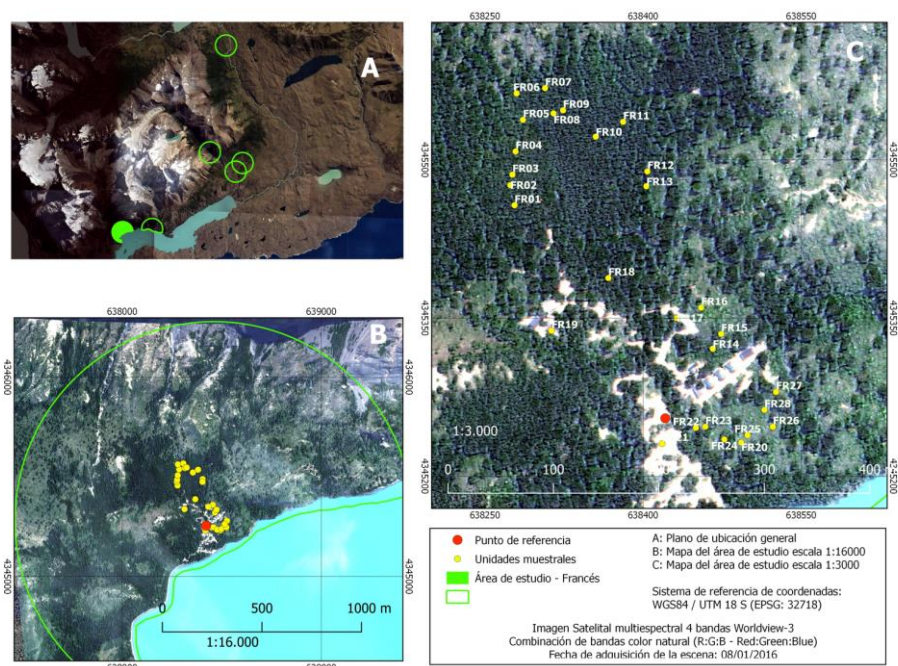
En primer lugar, se definen atributos clásicos de biodiversidad usados en manejo ambiental ([Noss 1990](#)), tales como riqueza de especies, especies dominantes y co-dominantes, identidad de especies, estados de conservación según el Ministerio del Medio Ambiente ([Ministerio del Medio Ambiente 2017](#)), y riqueza de especies nativas y exóticas. Adicionalmente, se construyeron matrices de especies (en columnas) por sitios (en filas), para determinar indicadores ecológico-numéricos como especies indicadoras o diagnósticas para cada sector y grupos combinados de sectores ([Dufrene & Legendre 1997](#), [Chytry et al. 2002](#), [de Cáceres et al. 2010](#)). Finalmente, se realizó un análisis multivariado denominado "*Escalamiento Multidimensional No-Métrico*" ([Legendre & Fortin 1989](#)) para examinar la estructura multivariada conjunta de la matriz elaborada. Con ello, es posible examinar gradientes ecológicos y apreciar las similitudes ecológicas entre censos de vegetación y entre sectores de estudio.

## RESULTADOS

Los resultados son presentados de manera seccionada describiendo consistentemente, para cada uno de los sectores de refugios y/o hotel, los siguientes aspectos: a) "*Generalidades*": para describir aspectos de macro-sitio como localidad, precipitación e impacto antrópico; b) "*Vegetación*": en esta sección se describirán los "tipos de vegetación" basado en criterios como dominancia y co-dominancia de especies, con comentarios sobre impacto antrópico histórico; c) "*Flora*": en esta sección se describirán atributos de riqueza de especies (es decir número de especies de plantas) encontradas tanto dentro de los censos de vegetación y complementadas con los registros fuera de los censos; Se incluirán las principales especies de acuerdo al criterio de cobertura promedio y se listarán además las especies diagnósticas indicadoras, es decir, aquellas especies que tienen preferencia por un sector en particular; d) "*Especies exóticas*": da cuenta de las especies que no forman parte de los ecosistemas desde un punto de vista histórico, y que en el área de estudio han sido introducidas principalmente con fines ornamentales, forrajeros, medicinales y/o culinarios, especialmente durante la época de la colonización y; f) "*Especies en categoría de conservación*": se refiere a las especies que pueden estar categorizadas en algún grado de amenaza, de acuerdo a los criterios establecidos por la IUCN ([UICN 2012](#)) y que son utilizados por ley en Chile, por el "Comité de Clasificación de Especies Silvestres" del Ministerio del Medio Ambiente. Este comité ha catalogado durante los últimos 12 procesos 1.087 especies diferentes, 560 de ellas siendo plantas vasculares ([Ministerio del Medio Ambiente 2017](#)).

## Sector Refugio Valle del Francés

**Generalidades:** El refugio Valle Francés (18F 638471 mE, 4345289 mS) está localizado en la sección más occidental de la Estancia Cerro Paine, junto al Lago Nordenskjöld a una elevación de 120 m s.n.m. La precipitación estimada según [Pisano \(1974\)](#) en el área alcanza unos 700 a 800 mm anuales, lo que permite la presencia del denominado "matorral mesófito pre-Andino", un matorral de características higrófilas con presencia de árboles y arbustos densos asociados a las zonas de quebradas ([Pisano 1974](#)) ([Figura 1](#)).



**Figura 1.** Mapa del área de estudio (a) mostrando con detalle el sector seleccionado en el Refugio Valle del Francés (b) y los puntos de muestreo donde se realizaron censos de vegetación (c).

**Vegetación:** A una escala paisajística de rodal, la vegetación en el área está conformada por dos fisonomías muy típicas: a) Bosque denso higrófilo mixto dominado por el Coihue de Magallanes (*Nothofagus betuloides*), en co-dominancia con la Lengua (*Nothofagus pumilio*) y; b) Claro de bosque con vegetación higrófila arbustiva densa dominada por la Chaura (*Gaultheria mucronata*) en co-dominancia con el Siete-camisas (*Escallonia rubra*) ([Figura 2](#)). Cabe destacar que el sitio de estudio corresponde a vegetación secundaria, dada la evidencia de incendios antiguos ocurridos en el área de estudio, los que, aunque no fechados, debieron haber sucedido durante la época de colonización a principios del siglo XX.

**Flora:** Considerando los 28 censos efectuados en el sector y las observaciones adicionales, se registró un total de 42 especies, 30 de las cuales fueron registradas en los censos de vegetación. Las especies más importantes en término de cobertura promedio fueron la Chaura (*Gaultheria mucronata*;  $\chi = 40,0 \pm 4,9$  %), el Coihue de Magallanes (*Nothofagus betuloides*;  $\chi = 35,0 \pm 6,11$ ), el Siete-camisas (*Escallonia rubra*;  $\chi = 16,9 \pm 4,3$ ), la Leñadura (*Maytenus magellanica*;  $\chi = 15,3 \pm 5,2$ ) y

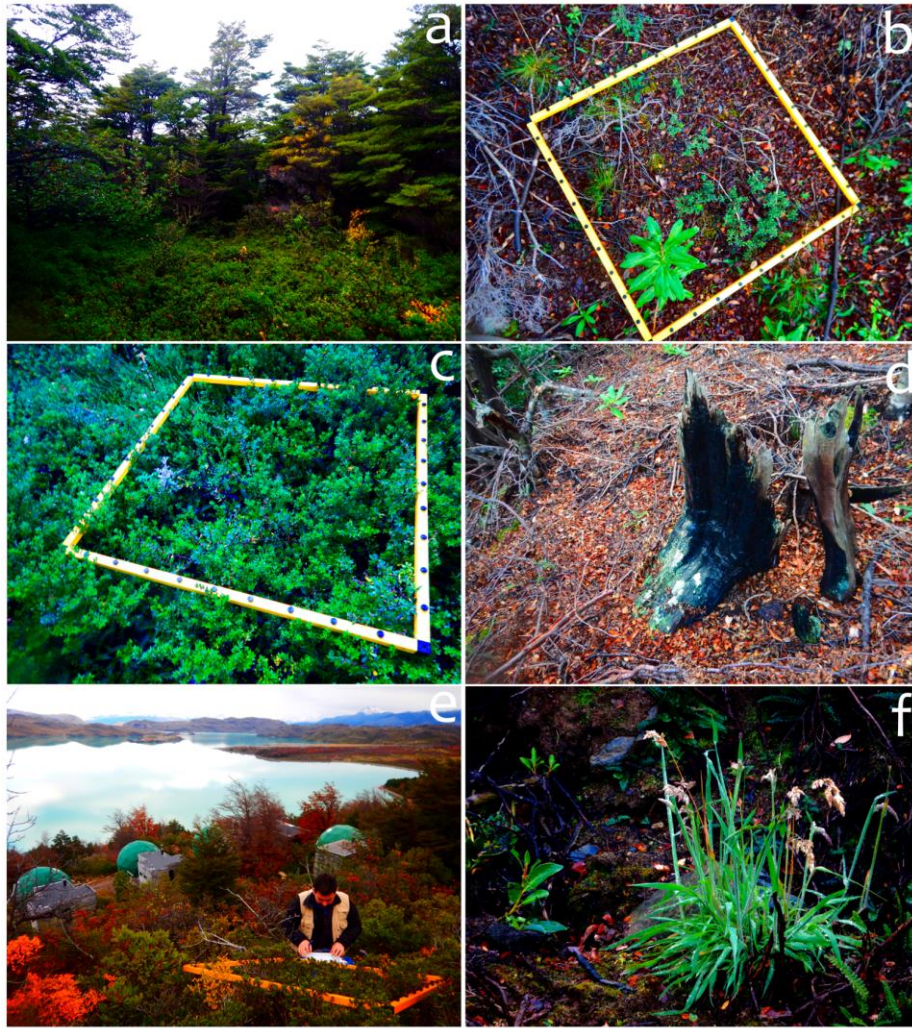


el Sauco del Diablo (*Raukava laetevirens*;  $\chi = 13,7 \pm 7,4$ ). De entre el total de especies, aquellas diagnósticas para el sitio de estudio fueron el helecho *Asplenium dareioides* ( $r = 0,378$ ), la compuesta Aster (*Aster vahlii*;  $r = 0,327$ ), el Michai (*Berberis ilicifolia*;  $r = 0,327$ ), el Notro (*Embothrium coccineum*;  $r = 0,655$ ) y el Sauco del Diablo (*Raukava laetevirens*;  $r = 0,378$ ) ([Anexo 1](#)). Otras 10 especies diagnósticas resultaron compartidas con otros sectores. La significancia ecológica de estas especies compartidas será discutida en la discusión integrada.

**Especies exóticas:** Ninguna de las especies registradas en los censos de vegetación fue exótica, evidenciando el carácter relativamente prístino ocurriendo durante el proceso de sucesión secundaria post-incendio. Sin embargo, llama la atención la presencia de 4 especies exóticas registradas fuera de los censos y que están asociadas a los bordes de camino y zonas de ocupación humana: el Pasto Miel (*Holcus lanatus*), el Agropirón (*Agropyron repens*), el Cerastium (*Cerastium fontanum*) y el Trébol Blanco (*Trifolium repens*). la presencia de estas especies puede estar asociada a un creciente número de caminantes ingresando al área ([e.g. Vidal 2005](#)) y/o a las perturbaciones antrópicas asociadas a la construcción de infraestructura y/o caminos.

**Especies en categoría de conservación:** Finalmente, del total de 42 especies de plantas registradas y/o observadas durante el terreno en el sector, cabe destacar que ninguna de ellas ha sido clasificada en categoría de conservación por el Ministerio del Medio Ambiente ([Ministerio del Medio Ambiente 2017](#)) ([Anexo 2](#)).

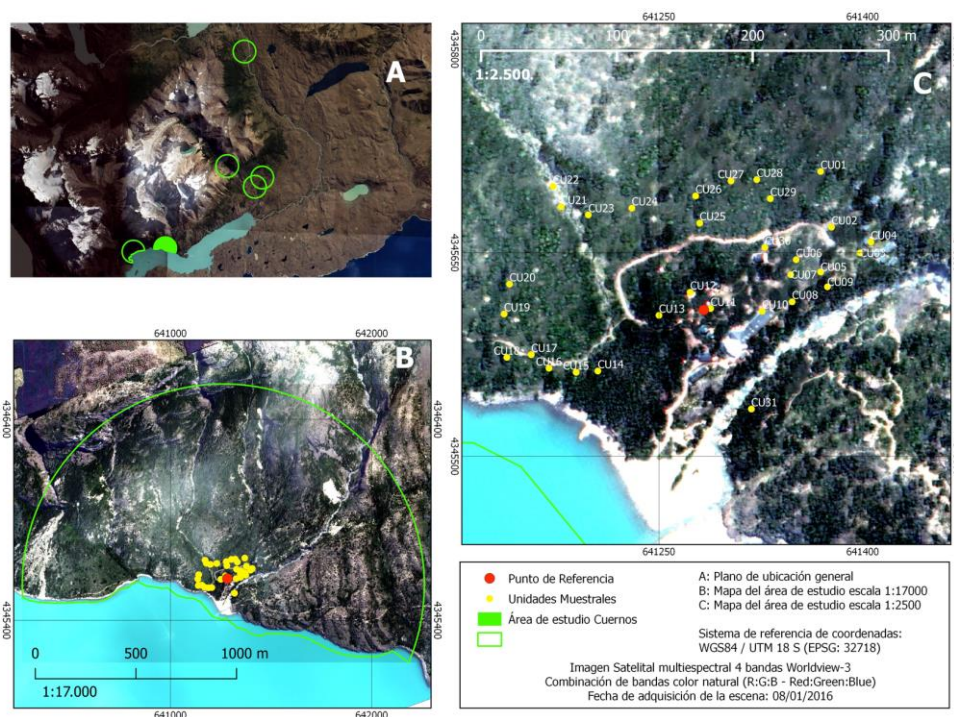




**Figura 2.** Sinopsis descriptiva de los registros de flora y vegetación del sector Valle del Francés mostrando: a) tipos de vegetación incluyendo bosque con dosel continuo (al fondo de la imagen) y claros de bosque (en primer plano), con; b) dominancia de pocas especies herbáceas en sotobosque y; c) dominancia de arbustos en claros de bosque; d) evidencias de incendios antiguos, probablemente de principios de siglo XX; e) panorámica del sitio de estudio y unidad de muestreo, y; f) pasto miel (*Holcus lanatus*), planta de reciente introducción probablemente asociada a la construcción de caminos e infraestructura.

## Sector Refugio Cuernos

**Generalidades:** El refugio Cuernos (18F 641269 mE, 4345584 mS) está localizado en la costa norte del lago Nordenskjöld, a unos 9 kms de la desembocadura del Río Paine y a una elevación de unos 84 m s.n.m. La precipitación en el área, de acuerdo con [Pisano \(1974\)](#), es estimada en unos 600 - 700 mm anuales, lo que permite el desarrollo de una vegetación de matorral mesófito pre-Andino, menos denso que aquel del sector Valle del Francés. Por ello, los árboles se encuentran más espaciados dando una apariencia de "parque", con árboles aislados y algunos pequeños fragmentos de bosques con cobertura continua. Sin embargo, es muy probable que esta configuración de la vegetación "tipo mosaico", con fragmentos boscosos-matorrales, se deba más bien a antiguos incendios que devastaron el sector ([Figura 3](#)).



**Figura 3.** Mapa del área de estudio (a) mostrando con detalle el sector seleccionado en el Refugio Cuernos (b) y los puntos de muestreo donde se realizaron censos de vegetación (c).

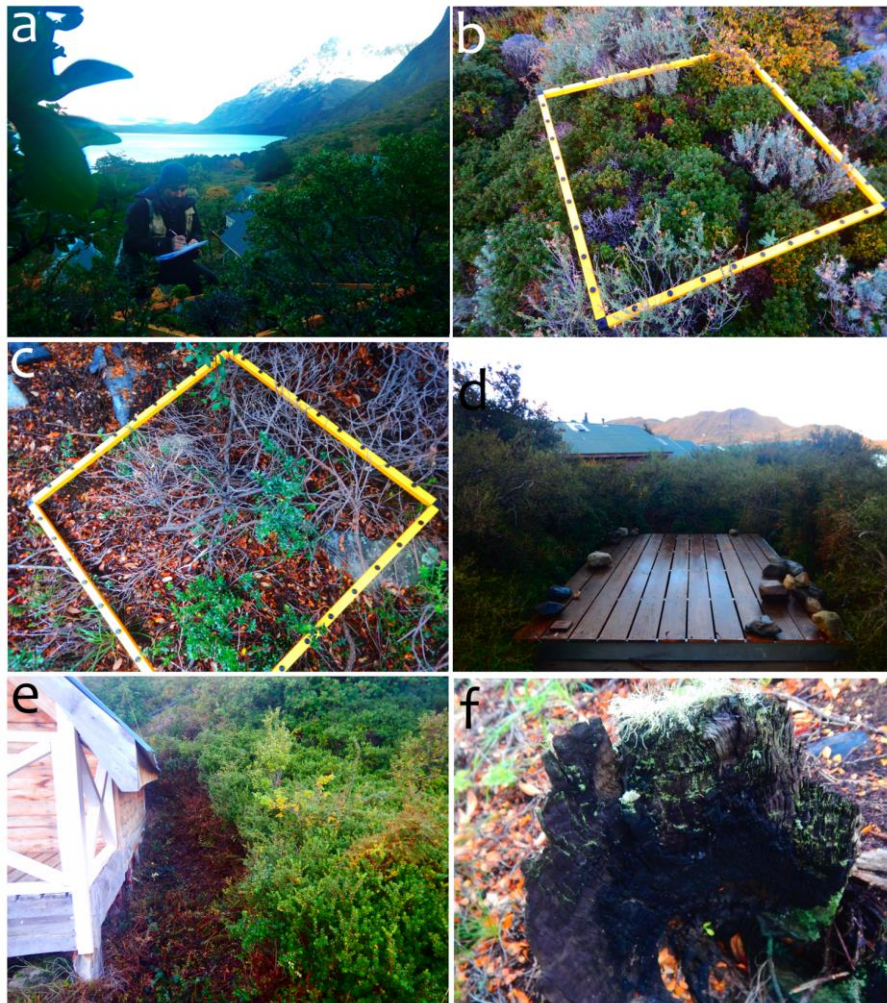
**Vegetación:** Existe evidencia de árboles incendiados en el sector de estudio, eventos probablemente sucedidos durante tiempos de colonización a principios del siglo XX. De cualquier modo, la vegetación actual del área a una escala de rodal, puede describirse a partir de tres fisonomías: a) Bosque denso mesófilo mixto dominado por Lenga (*Nothofagus pumilio*) y co-dominado por Coihue de Magallanes (*Nothofagus betuloides*); b) Matorral arborescente alto dominado por Leñadura (*Maytenus magellanica*) y co-dominado por Notro (*Embothrium coccineum*) y Espino Blanco (*Discaria chacaye*); Matorral bajo denso dominado por Chaura (*Gaultheria mucronata*) ([Figura 4](#)).

**Flora:** El total de especies de plantas vasculares registradas en Cuernos fue de 57, de las cuales 45 especies se registraron en los censos de vegetación. En términos de cobertura, las especies más abundantes fueron la Chaura (*Gaultheria mucronata*;  $\chi = 33,7 \pm 4,0$ ), el Calafate (*Berberis microphylla*;  $\chi = 8,8 \pm 2,7$ ), el Coihue de Magallanes (*Nothofagus betuloides*;  $\chi = 6,6 \pm 2,7$ ), el Peine de María (*Blechnum penna-marina*;  $\chi = 6,5 \pm 2,2$ ) y el Espino Blanco (*Discaria chacaye*;  $\chi = 5,2 \pm 2,4$ ). El método de especies indicadoras determinó la presencia de 5 especies que prefieren el sector de Cuernos: la Zarzaparilla (*Ribes magellanicus*,  $r = 0,478$ ), las Arvejillas (*Lathyrus magellanicus*,  $r = 0,368$ ; *Lathyrus nervosus*,  $r = 0,363$ ) y la Lengua de Gato (*Galium antarcticum*,  $r = 0,337$ ). Adicionalmente, 7 especies resultaron ser indicadoras de grupos de sitios combinados, lo que refleja afinidad florística entre ellos. La significancia ecológica de estas últimas especies será discutida en la sección integrada.

**Especies exóticas:** A diferencia del sector Valle del Francés, se detectaron especies exóticas en el sector Cuernos tanto dentro como fuera de los censos. En total se registraron 10 especies exóticas que incluye el Agropirón (*Agropyron repens*), la Bolsa del Pastor (*Capsella bursa-pastoris*), el Cardo (*Cirsium vulgare*), el Cerastio (*Cerastium arvense*), el Crepis (*Crepis capillaris*), el Pasto ovilla (*Dactylis glomerata*), la Lengua de Gato (*Galium aparine*), la Hierba del Chanco (*Hypochoeris spp.*), el Diente de León (*Taraxacum officinale*) y el Trébol Blanco (*Trifolium repens*). Aunque la dominancia en términos de cobertura de estas especies no es importante, la presencia de esta diversidad de exóticas muestra un creciente efecto de perturbación humana.

**Especies en categorías de conservación:** Ninguna de las especies detectadas fuera como dentro de los censos ha sido categorizada en amenaza por los procesos de clasificación de especies silvestres del Ministerio del Medio Ambiente ([Ministerio del Medio Ambiente 2017](#)).

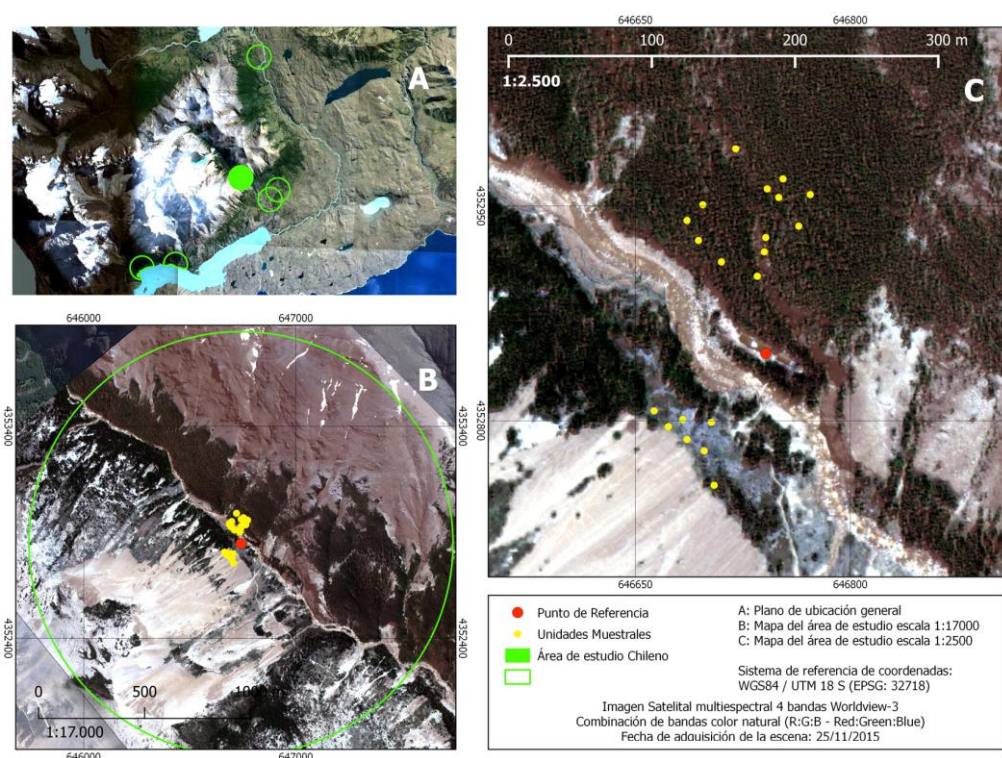




**Figura 4.** Sinopsis descriptiva de los registros de flora y vegetación del sector Cuernos mostrando: a) en primer plano unidad de muestreo y de fondo paisaje vegetal del sector; b) vegetación arbustiva alta con dominancia de Chaura y co-dominancia de Senecio y Siete-Camisas; c) vegetación en sotobosque, con muy poca cobertura y pocas especies; d) plataformas de camping, instaladas después de tratamiento de remoción de Calafate; e) pared lateral de cabañas en el sector, con evidencia de remoción de Chaura; f) evidencia de incendios antiguos en el sector.

## Sector Refugio Chileno

**Generalidades:** El refugio Chileno (18F 646447 mE, 4353088 mS) está ubicado en el Valle Ascencio junto al río homónimo, y forma parte de la ruta de treeking mas visitada del parque nacional, la famosa caminata "base Torres". La infraestructura se encuentra a 424 m s.n.m. en uno de los sectores que recibe mayor precipitación anual, con 800 a 900 mm (Pisano 1974). El sector presenta evidencia de antiguos incendios, con árboles muertos en pie. Probablemente estos incendios sucedieron durante los tiempos de colonización para habilitar las tierras boscosas, para la crianza de ganado. Sin embargo, en sitios afectados, una aparentemente rápida recuperación ha ocurrido post-perturbación y la cobertura de bosques es dominante. La topografía del área es compleja, con pendientes muy fuertes que permiten el desarrollo de suelos suficientemente profundos para el establecimiento de la Lengua (*Nothofagus pumilio*), la especie dominante de los bosques del sector (Figura 5).



**Figura 5.** Mapa del área de estudio (a) mostrando con detalle el sector seleccionado en el Refugio Chileno (b) y los puntos de muestreo donde se realizaron censos de vegetación (c).

**Vegetación:** La vegetación del sector puede describirse en base a tres fisonomías: a) bosque cerrado de Lengua (*Nothofagus pumilio*), principalmente en las zonas con fuerte pendiente, en las laderas de las montañas; b) matorral arborescente con Chaura (*Gaultheria mucronata*), donde los bosques fueron incendiados. Estos sitios tienen árboles incendiados muertos en pie, evidenciando la perturbación. Ocasionalmente árboles aislados de Lengua en estos sitios le dan una apariencia de "parque" a la vegetación; c) mallines en sitios anegadizos con dominancia de

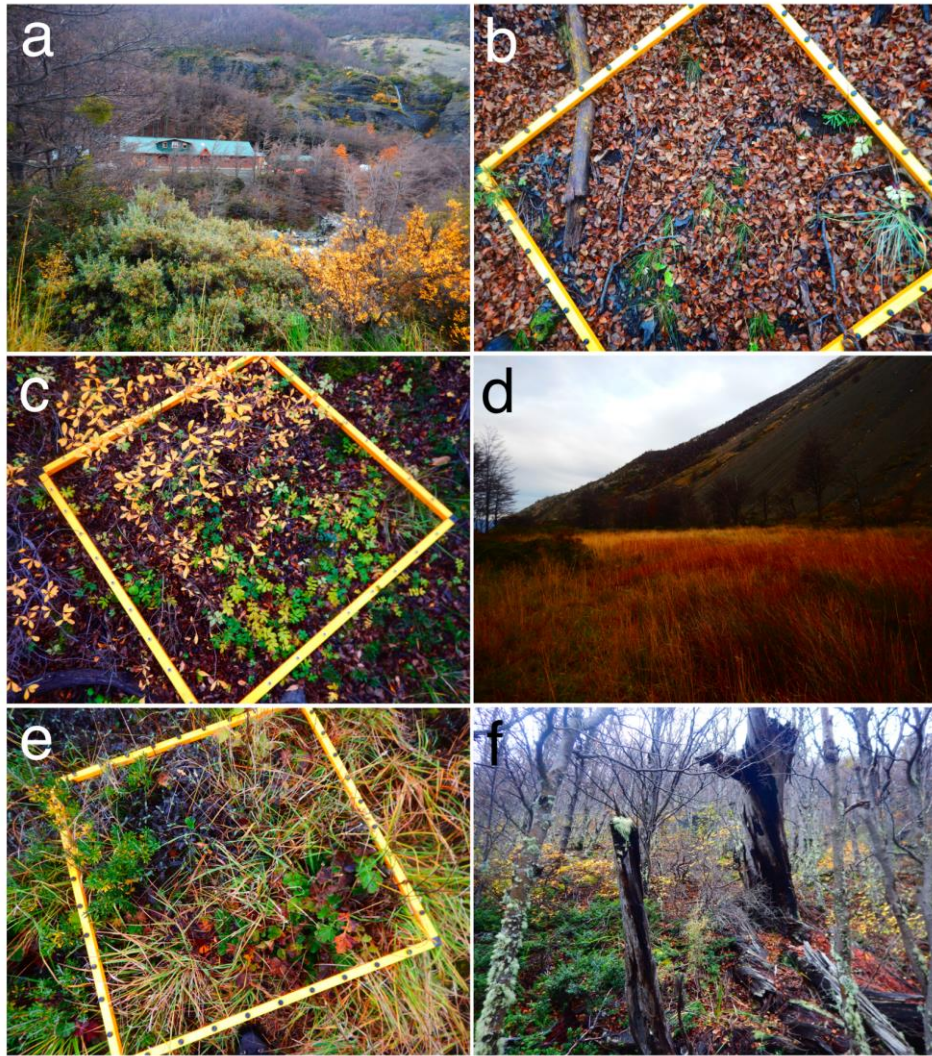
Ciperáceas. Esta vegetación es escasa y se ubica en terrazas donde no existe escorrentía. Consecuentemente se desarrolla una vegetación tipo "mallín", con dominancia de juncos ([Figura 6](#)). Otras especies arbustivas en menor o mayor grado pueden acompañar a la vegetación como la Chaura (*Gaultheria mucronata*), el Siete-Camisas (*Escallonia rubra*), o el Senecio (*Senecio patagonicus*). También puede estar presente en Ñirre (*Nothofagus antarctica*), que se desarrolla como sub-arbusto enano debido a las condiciones de anegamiento.

**Flora:** El catálogo de especies del sector alcanzó un registro de 47 especies, de las cuales 40 fueron registradas en los censos de vegetación y 7 fuera de ellos. Las especies más importantes en término de cobertura fueron la Chaura (*Gaultheria mucronata*,  $\chi = 7,2 \pm 3,3$ ), la Lenga (*Nothofagus pumilio*  $\chi = 6,6 \pm 1,2$ ), el Junco (*Marssipospermum grandiflorum*,  $\chi = 5,6 \pm 3,5$ ), el Siete-Camisas (*Escallonia rubra*,  $\chi = 4,2 \pm 1,5$ ), y una ciperácea no determinada (*Carex spp.*,  $\chi = 4,1 \pm 2,9$ ). Además, 16 especies de plantas vasculares pueden ser consideradas como diagnósticas de este sector, incluyendo la Lenga (*Nothofagus pumilio*,  $r = 0,701$ ), el Perejil del Monte (*Osmorhiza chilensis*,  $r = 0,616$ ), la Festuca Pálida (*Festuca palescens*,  $r = 0,477$ ), el Cadillo (*Acaena magellanica*,  $r = 0,433$ ), y el Miosquilo (*Myoschilos oblongum*,  $r = 0,430$ ), entre otras especies. Finalmente, 8 especies fueron consideradas como indicadoras compartidas entre el sector Chileno y otros refugios, lo que indica afinidad florística y ecológica con otros sectores. La significancia ecológica de este resultado será discutida en la sección integrada de la discusión ([Anexo 1](#)).

**Especies exóticas:** del registro de plantas, 10 especies son consideradas exóticas, incluyendo las más importantes el Pasto Miel (*Holcus lanatus*) y el Pasto Ovillo (*Dactylis glomerata*). Las otras especies exóticas pueden ser consideradas sin significancia ecológica debido a los bajos o nulos valores de cobertura que registraron.

**Especies en categoría de conservación:** Ninguna de las especies detectadas ha sido clasificada en categoría de conservación por los procesos llevados a cabo por el "Comité de Clasificación de Especies Silvestres" del Ministerio de Medio Ambiente ([Ministerio de Medio Ambiente 2017](#)).



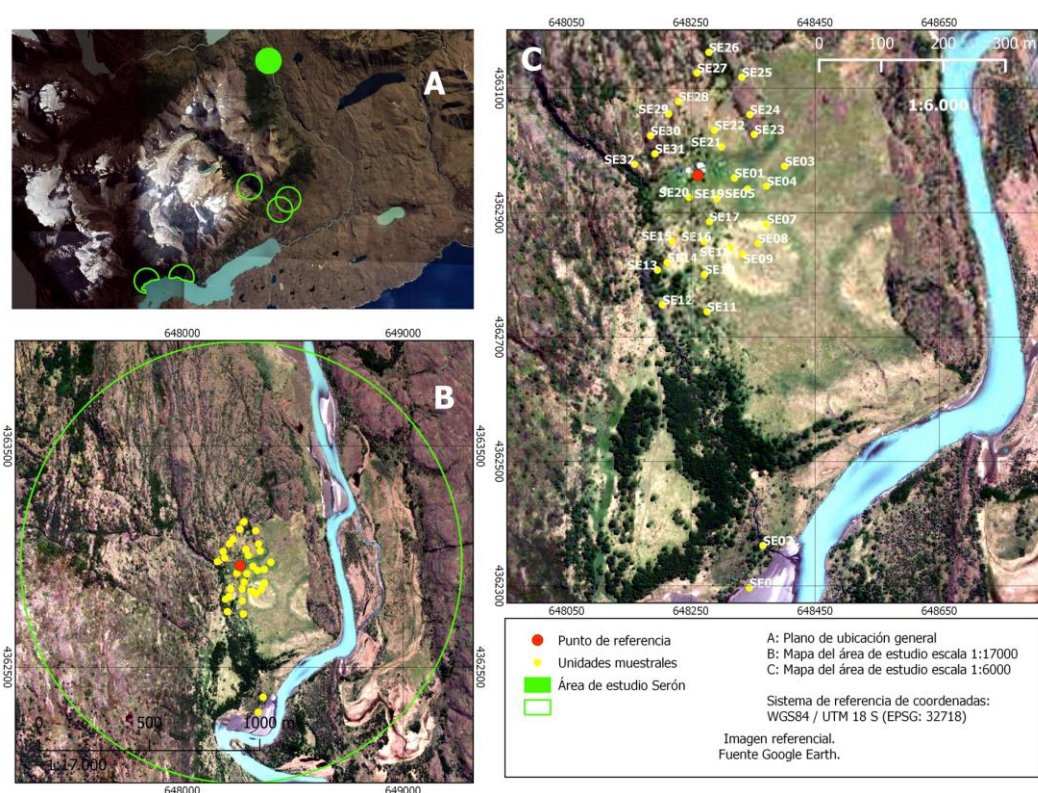


**Figura 6.** Sinopsis descriptiva de los registros de flora y vegetación del sector Chileno mostrando: a) la terraza fluvial donde se instala la infraestructura del campamento y refugio Chileno. La vista ocurre desde la ribera oeste, donde ocurre una vegetación pantanosa llamada Mallín; b) sotobosque de un bosque de Lenga, se observan pocas especies y una gran cobertura de hojarasca debido a la época otoñal; c) cobertura arbustiva en sitios de matorral, que correspondieron a bosques incendiados; d) mallín con ciperáceas y juncáceas dominando en primer plano; e) detalle de la vegetación de mallines, con especies típicamente halófitas; f) vestigios de incendio antiguo en el sector.



## Sector refugio Serón

**Generalidades:** El refugio Serón está ubicado en la sección noreste de la Estancia Cerro Paine (18F 648247 mE, 4362965 mS), a una elevación de 177 m s.n.m. en el denominado “Valle de las Margaritas”. Este valle fue utilizado para la crianza de ganado hasta hace algunos años (Vidal 2012), debido a su condición óptima para generar forraje y la suave topografía. Actualmente en este valle permanecen caballos, los que son utilizados para el traslado turistas y como “pilcheros” para el transporte de material. La precipitación estimada del área alcanza unos 500 a 550 mm anuales (Pisano 1974) (Figura 7).



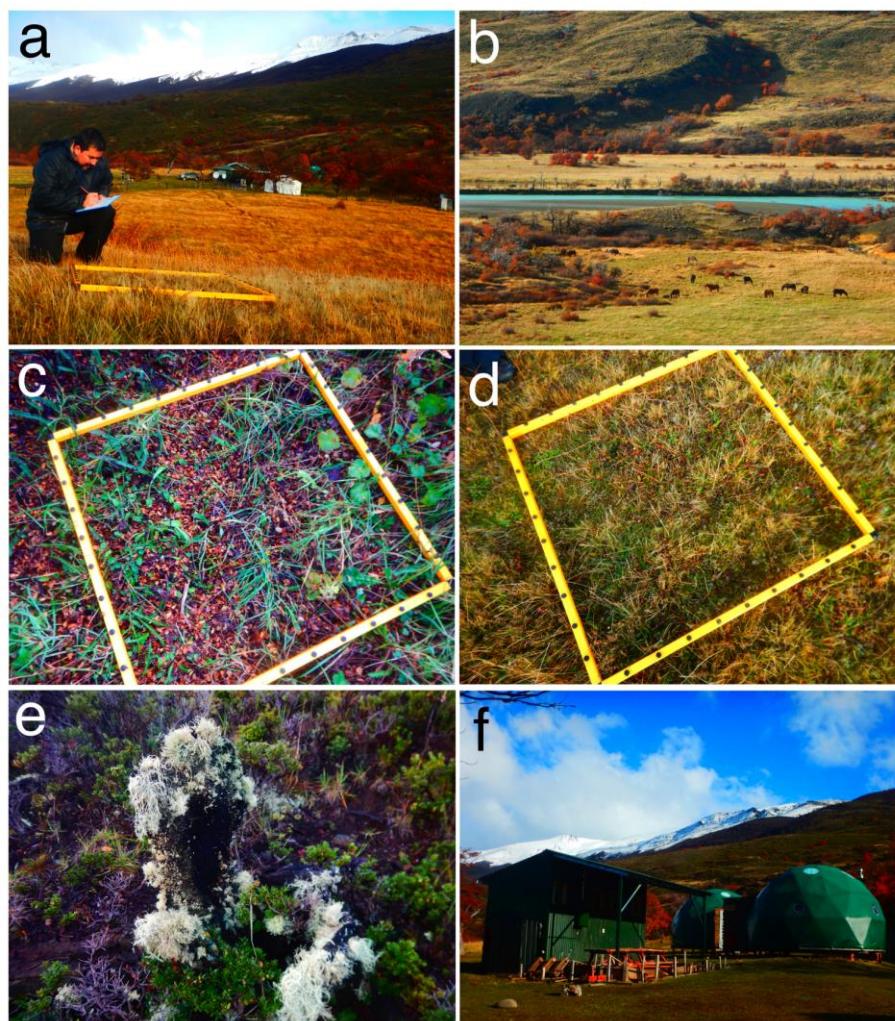
**Figura 6.** Mapa del área de estudio (a) mostrando con detalle el sector seleccionado en el Refugio Serón (b) y los puntos de muestreo donde se realizaron censos de vegetación (c).

**Vegetación:** La vegetación original del área correspondía más probablemente a bosques continuos de Ñirre (*Nothofagus antarctica*) en la zona del valle, mientras que en las zonas con pendientes pronunciadas el bosque de Lengua (*Nothofagus pumilio*) domina en cobertura. El sector, sin embargo, fue incendiado para habilitar tierras para la crianza de ganado, y actualmente en las zonas de suave pendiente prevalece una vegetación tipo mosaico, con árboles aislados dando aspecto de “Parque de Ñirre”, con las siguientes fisonomías de la vegetación: a) praderas con dominancia de especies forrajeras (e.g. Pasto Miel, *Holcus lanatus*); b) matorrales de Calafate (*Berberis microphylla*) y; c) pequeños fragmentos de bosque dominados por el Ñirre (Figura 8).

**Flora:** El listado final de especies de plantas asociadas al sector Refugio Serón alcanzó las 55 especies, de las cuales 53 fueron registradas dentro de los censos de vegetación, y 2 fuera de los censos. Las especies más importantes en términos de cobertura fueron el Pasto Miel (*Holcus lanatus*,  $\chi = 40,6 \pm 5,0$ ), el Pasto Piojillo (*Agrostis capillaris*,  $\chi = 8,7 \pm 3,4$ ), la Margarita (*Leucanthemum vulgare*,  $\chi = 7,1 \pm 1,9$ ), el Calafate (*Berberis microphylla*,  $\chi = 4,6 \pm 1,8$ ), y el Ñirre (*Nothofagus antarctica*,  $\chi = 4,5 \pm 2,0$ ). Sólo dos especies pueden ser consideradas como indicadoras para el sitio Serón: la Margarita (*Leucanthemum vulgare*,  $r = 0,77$ ) y el Geranio (*Geranium magellanicum*,  $r = 0,36$ ) ([Anexo 1](#)). En tanto, tres especies pueden ser consideradas como indicadoras de sitios compartidos. La significancia ecológica de este resultado será discutida en la sección integrada.

**Especies exóticas:** del registro de especies, 19 plantas son consideradas exóticas, que representan el 34% de la flora del sector. Esta situación evidencia el alto grado de antropización de la vegetación del área. Entre las especies más importantes es posible destacar el Pasto Miel (*Holcus lanatus*), la Margarita (*Leucanthemum vulgare*) el Pasto Piojillo (*Agrostis capillaris*), el Siete-venas (*Plantago lanceolata*), Aira (*Aira praecox*), el Cerastio (*Cerastium arvense*), la Hierba del Chanco (*Hypochoeris spp.*).

**Especies en categoría de conservación:** Ninguna de las especies del catálogo de la flora de Serón ha sido clasificada en categoría de amenaza por el Comité de Clasificación de Especies Silvestres del Ministerio del Medio Ambiente.

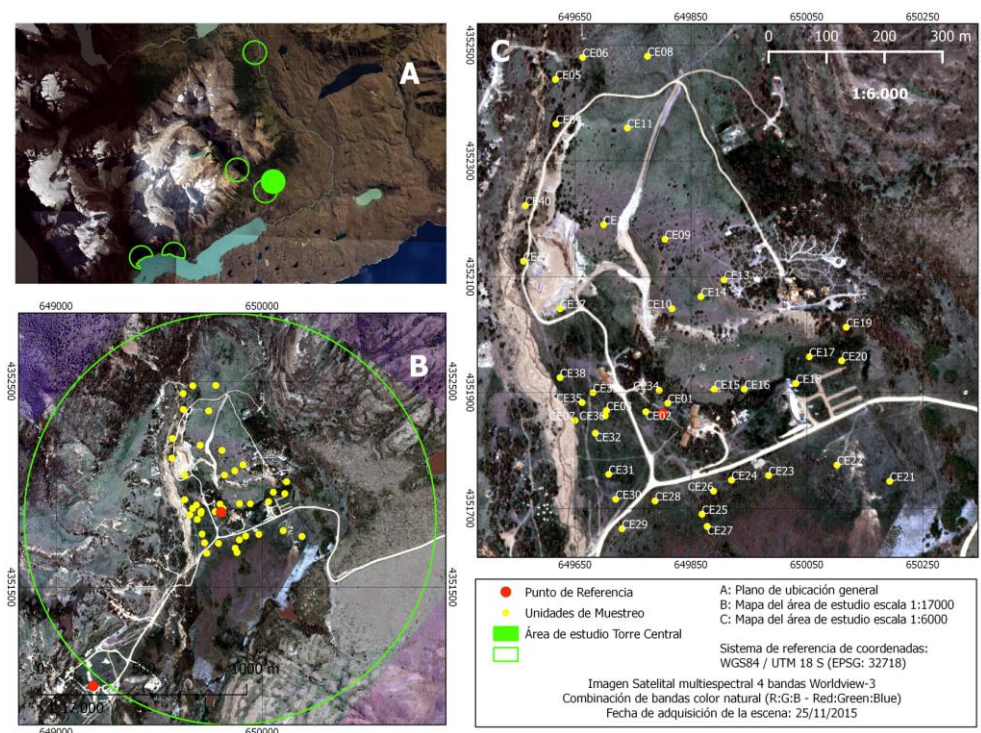


**Figura 8.** Sinopsis descriptiva de la flora y vegetación del sector Refugio Serón: a) unidad de muestreo en primer plano, con el Refugio Serón en segundo plano; b) mosaico de la vegetación que incluye principalmente praderas antropogénicas, pequeños fragmentos de bosque de Ñirre, y matorrales de Calafate. Se observan también caballos que son usados para fines de cabalgatas por turistas; c) aspecto de la vegetación de un sotobosque con pocas especies, y dominancia de la exótica *Pasto Miel*; d) aspecto de la pradera antropogénica, con pocas especies de plantas; e) tronco muerto por fuego, que demuestra la fuerte influencia antrópica del área para uso ganadero durante la época de colonización; f) infraestructura del sector Serón que incluye una casa y dos domos instalados recientemente.



## Sector Refugio Torre Central & Torre Norte

**Generalidades:** Los refugios Torre Central (18F 649852 mE, 4351848 mS) y Torre Norte (18F 649695 mE, 4351927 mS), están localizados en la sección centro-sur de la Estancia Cerro Paine, a una elevación de 142 m s.n.m., y representan el punto de ingreso de los turistas que caminan hacia la base de las Torres del Paine, el trecking más popular del parque nacional (Figura 9). Ambas infraestructuras están distantes 150 metros, por lo que las condiciones de macro-sitio (e.g. temperatura y precipitación) son idénticas. La precipitación estimada en el sector oscila entre los 500 y 550 mm de precipitación anual. La fuerte influencia antrópica histórica en el área ocurrida durante tiempos de colonización (Martinic 1984), es evidente debido a la presencia de bosques fragmentados y praderas antrópicas con dominancia de especies exóticas.



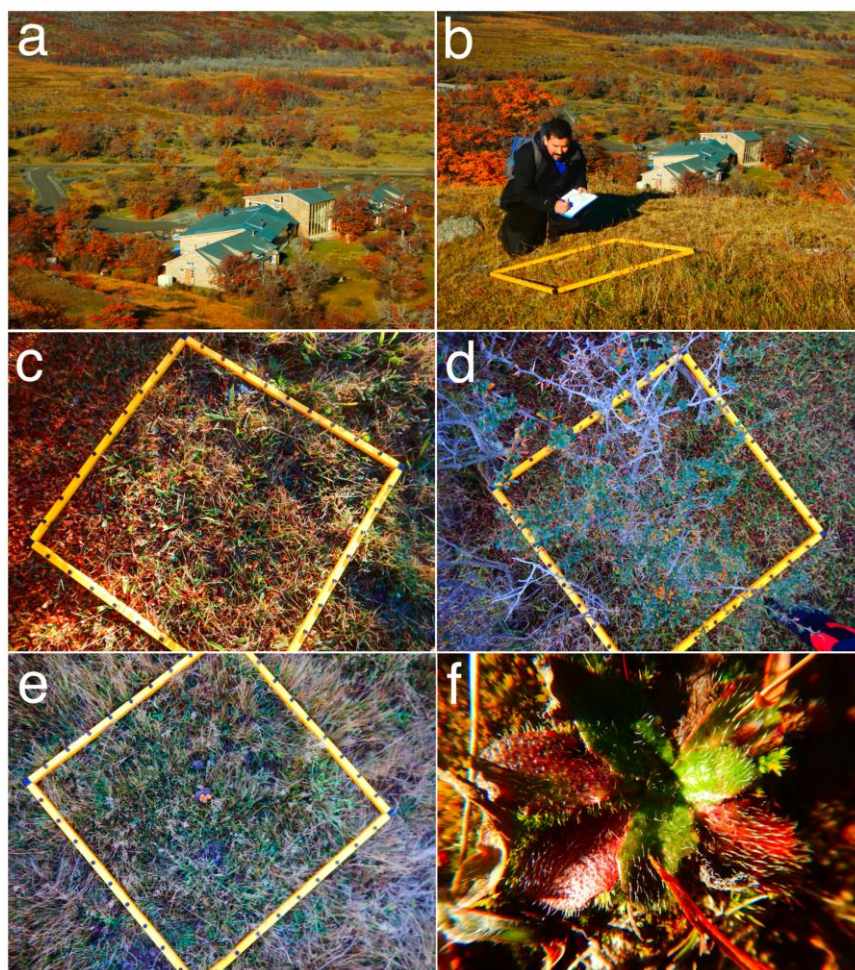
**Figura 9.** Mapa del área de estudio (a) mostrando con detalle el sector seleccionado en el Refugio Torre Central & Torre Norte (b) y los puntos de muestreo donde se realizaron censos de vegetación (c).

**Vegetación:** La vegetación del sector es un mosaico configurado por: a) pequeños fragmentos boscosos dominados por Ñirre (*Nothofagus antarctica*), que se van alternando con b) matorrales dominados por Calafate (*Berberis microphylla*) y c) praderas antropogénicas dominadas por gramíneas exóticas. Eventualmente hay árboles aislados que dan al paisaje una apariencia de "parque". Este tipo de paisaje es consecuencia de los incendios ocurridos durante el proceso de colonización, que requirió del uso del fuego para habilitar los valles para su uso ganadero (Martinic 1984) (Figura 10).

**Flora:** El catálogo de especies para el sector Refugio Torre Central y Torre Norte alcanzó un total de 52 especies, incluyendo los registros de los censos de vegetación y colectas adicionales. De las 52 especies, las más importantes en término de coberturas fueron la Chépica (*Agrostis capillaris*,  $\chi=16,7 \pm 4,4$ ), el Calafate (*Berberis microphylla*,  $\chi=16,6 \pm 3,3$ ), el Pasto Miel (*Holcus lanatus*,  $\chi=8,3 \pm 2,5$ ), la Poa (*Poa spp.*,  $\chi=7,3 \pm 3,2$ ), y el Ñirre (*Nothofagus antarctica*,  $\chi=4,8 \pm 2,5$ ). Del total de plantas vasculares, 4 especies pueden considerarse como diagnósticas para el sector incluyendo la Manzanilla (*Tripleurospermum perforatum*,  $r=0,745$ ), la Mil en Rama (*Achillea millefolium*,  $r=0,424$ ), la Eufrasia (*Euphrasia antarctica*,  $r=0,354$ ) y la Poa (*Poa spp.*,  $r=0,316$ ). Adicionalmente, una especie de Senecio (*Senecio patagonicus*) puede ser considerada diagnóstica de varios sectores incluyendo Refugio Torre Central y Torre Norte ([Anexo 1](#)). La significancia ecológica de este resultado será discutida posteriormente.

**Especies exóticas:** Del registro de campo, 26 especies son plantas exóticas que representan el 50% del catálogo del sector. Entre las principales especies exóticas están la Chépica (*Agrostis capillaris*), el Pasto Miel (*Holcus lanatus*), la Poa (*Poa spp.*), el Siete Venas (*Plantago lanceolata*), el Trébol Blanco (*Trifolium repens*) y el Vinagrillo (*Rumex acetosella*). Estas plantas de origen principalmente Europeo ([Matthei 1995](#)) y tiene diferentes usos entre ellos forrajeros, medicinales y culinarios.

**Especies en categoría de conservación:** Ninguna de las especies de plantas registradas en el catálogo para el sector, está en el listado de plantas en categorías de conservación del "Comité de clasificación de especies silvestres" del Ministerio del Medio Ambiente ([Ministerio del Medio Ambiente 2017](#)).

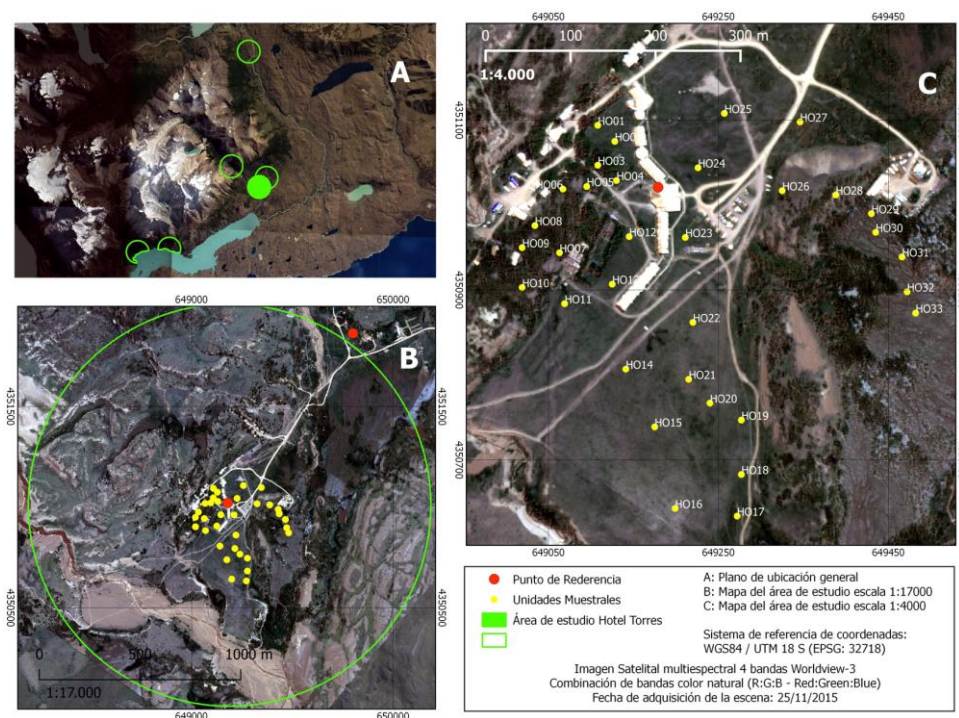


**Figura 10.** Sinopsis descriptiva de los registros sobre flora y vegetación del sector Refugios Torre Central & Torre Norte: a) vista panorámica de la vegetación en mosaico del sector, con fragmentos pequeños de bosques dominados por Ñirre, matorrales de Calafate y praderas dominadas por gramíneas exóticas; b) unidad de muestreo y refugio Torre Central en segundo plano; c) vegetación en un bosque de Ñirre, con especies características como las violetas (*Viola maculata*); d) vegetación del matorral de calafate; e) vegetación de pradera; f) especie exótica del género *Hieracium*, que puede formar carpetas continuas y muy compactas.



## Sector Hotel Las Torres & Centro de Acopio

**Generalidades:** El Hotel Las Torres & Centro de Acopio (18F 649189 mE, 4351008 mS), constituye, en términos de infraestructura, el núcleo de la Estancia Cerro Paine. Está ubicado en la sección central de la estancia, en un sector de precipitaciones intermedias que se estiman entre 500 y 550 mm anuales. El área al igual que en Refugios Torre Central & Torre Norte, estuvo sometida a una fuerte presión antrópica derivada del uso ganadero. Este uso ganadero significó el uso de fuego para despejar tierras para la crianza de ganado (Figura 11).



**Figura 11.** Mapa del área de estudio (a) mostrando con detalle el sector seleccionado en el Hotel Las Torres & Centro de Acopio (b) y los puntos de muestreo donde se realizaron censos de vegetación (c).

**Vegetación:** la vegetación actual del área consiste en: a) pequeños fragmentos de bosquetes dominados por el Ñirre (*Nothofagus antarctica*), especie que en ocasiones alcanza una forma de vida arbórea propiamente tal, pero que en la mayoría de los casos solo se desarrolla como arbusto ramificado de 2 a 3 metros de alto. Estos arbustos están ramificados desde una base o tronco común, denominada lignotuber (Font-Quer 2010). Fuera de los bosquetes de Ñirre, la matriz vegetal está conformada por: b) matorrales bajos dominados por Calafate (*Berberis microphylla*); y c) praderas dominadas por especies exóticas forrajeras (Figura 12).

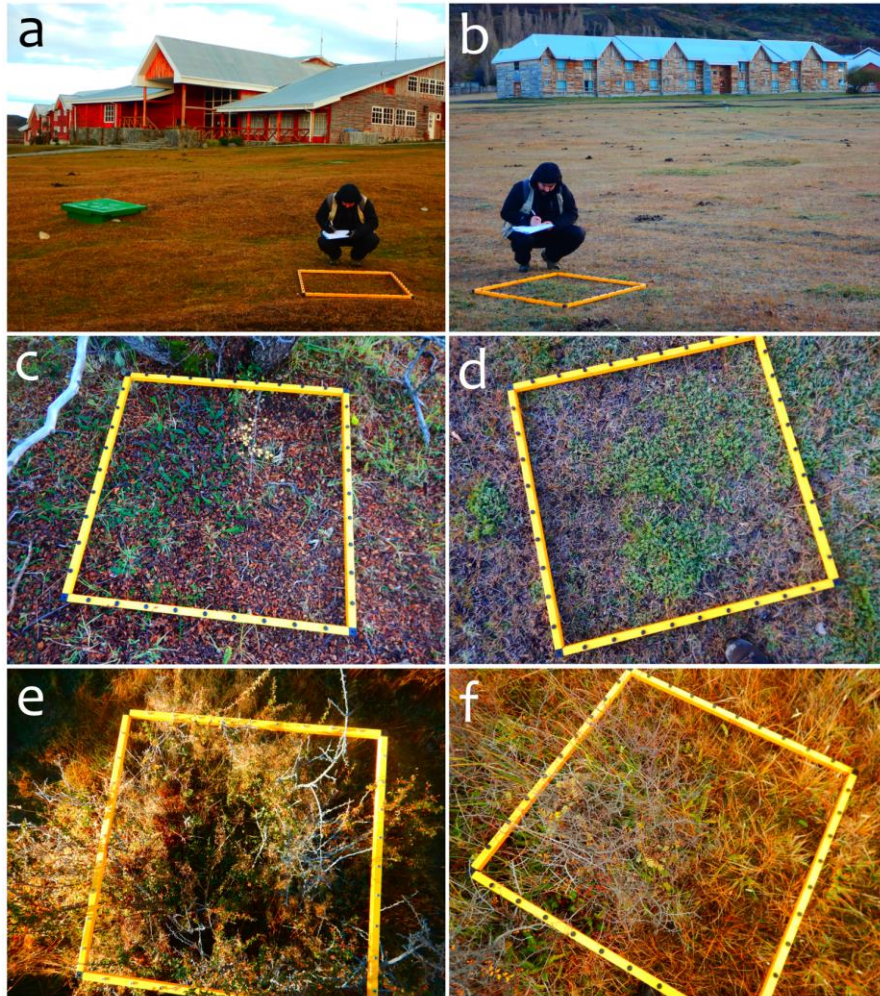
**Flora:** El catálogo de especies del sector incluyó la presencia de 41 especies, de las cuales 39 fueron detectadas censos de vegetación. Del total de especies, las más importantes en dominancia fueron el Pasto Miel (*Holcus lanatus*,  $\chi=17,7 \pm 3,6$ ), la Poa (*Poa spp*,  $\chi=15,0 \pm 2,7$ ), el Siete-Venas (*Plantago lanceolata*,  $\chi=6,9 \pm 4,4$ ), el



Bacaris (*Bacharis magellanica*,  $\chi=6,5 \pm 2,6$ ) y el Ñirre (*Nothofagus antarctica*,  $\chi=6,0 \pm 1,8$ ). De acuerdo al análisis de especies indicadoras, las plantas diagnósticas del sector fueron el Junquillo (*Juncus scheuchzerioides*,  $r=0,348$ ), la Chaura Enana (*Gaultheria pumila*,  $r= 0,302$ ) y la Anagalis (*Anagallis alternifolia*,  $r= 0,272$ ). Estas tres especies son típicas de mallines, terrenos anegadizos cercanos al sector del acopio de material del Hotel Las Torres. Dos especies adicionales, el Diente de León (*Hypochoeris spp.*) y el Trébol Blanco (*Trifolium repens*), son especies indicadoras compartidas con el Refugio Serón, lo que indica a pesar de la distancia entre ambos sectores, una cercanía ecológica fuerte debido probablemente al uso ganadero pasado.

**Flora exótica:** del catálogo de plantas, 16 especies son consideradas como especies exóticas, lo que representa un 39% del catálogo de especies del sector. Las exóticas más importantes fueron el Pasto Miel (*Holcus lanatus*), la Poa (*Poa spp.*), el Siete Venas (*Plantago lanceolata*), la Chépica (*Agrostis capillaris*), y la Hierba del Chanco (*Hypochoeris radicata*). Estas plantas de origen Europeo, fueron introducidas al área principalmente con fines forrajeros y medicinales ([Matthei 1995](#)).

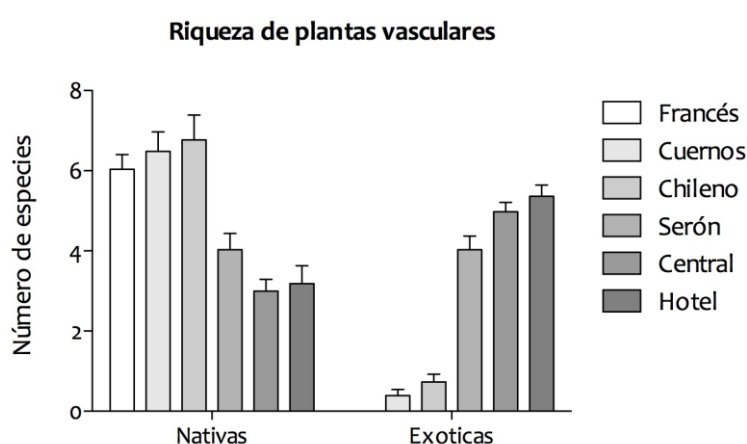
**Especies en categoría de conservación:** ninguna de las especies registradas para el sector forma parte de las especies en categoría de conservación clasificadas por el "Comité de Clasificación de Especies Silvestres" ([Ministerio del Medio Ambiente 2017](#)).



**Figura 12.** Sinopsis descriptiva de los registros sobre flora y vegetación del sector Refugios Torre Central & Torre Norte: a) vista panorámica de la vegetación en mosaico del sector, con fragmentos pequeños de bosques dominados por Ñirre, matorrales de Calafate y praderas dominadas por gramíneas exóticas; b) unidad de muestreo y refugio Torre Central en segundo plano; c) vegetación en un bosque de Ñirre, con especies características como las violetas (*Viola maculata*); d) vegetación del matorral de calafate; e) vegetación de pradera; f) especie exótica del género *Hieracium*, que puede formar carpetas continuas y muy compactas.

## Discusión integrada

El catálogo final del registro incluye 116 especies de 44 familias taxonómicas. Tres especies fueron pteridófitas (helechos), 91 especies dicotiledóneas (e.g. compuestas, crucíferas, legumbres y otras) y 22 especies monocotiledóneas (gramíneas, juncos, orquídeas). Llama la atención la alta riqueza promedio obtenida en los refugios Francés, Cuernos y Chileno, que al mismo tiempo concentran los mayores valores de nativas. Contrariamente, los mayores valores promedio de riqueza de especies exóticas se encuentran en los refugios Serón, Torre Central & Torre Norte y Hotel Las Torres, lo que evidencia el alto grado de antropización de éstos últimos y el relativamente alto grado de naturalidad que concentran los tres primeros refugios ([figura 13](#)).

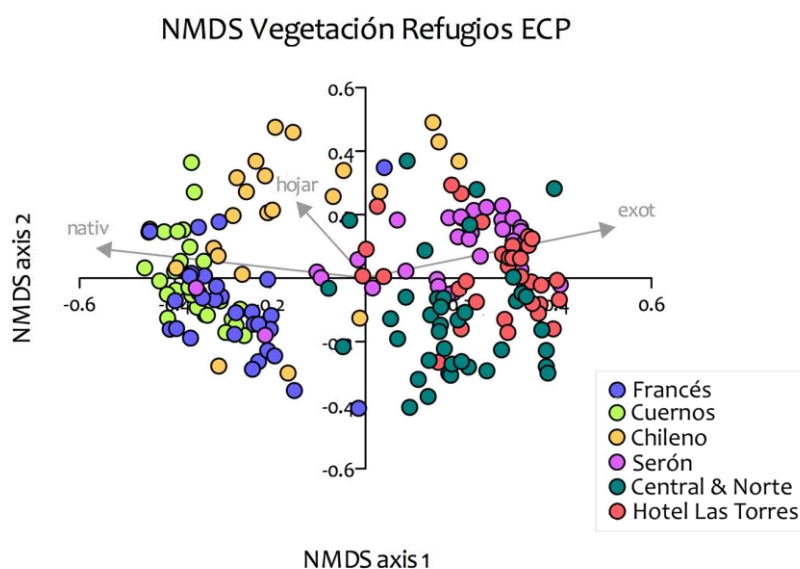


**Figura 13.** Riqueza promedio de plantas vasculares registrada en los censos de vegetación para los diferentes refugios y Hotel Las Torres de Estancia Cerro Paine.

Seguidamente, y de acuerdo con la ordenación multivariada ([Figura 14](#)), la similitud florística entre los grupos de censos de los diferentes sectores muestra una clara separación entre sectores que podrían considerarse "antropizados" (refugios Serón, Central & Norte, Hotel Las Torres) en contraposición de los sectores "naturales" con predominancia de especies nativas (refugios Francés, Cuernos y Chileno). Sin embargo, hay que tener en cuenta de que estos análisis no incluyen la flora exótica aparecida fuera de los registros de vegetación. Esto significa, que aunque existen sitios con una alta naturalidad (o pristinidad si se quiere), éstos no están ajenos a la presencia de especies exóticas. En efecto, y como sucede en el sitio más prístino del Refugio del Francés, han aparecido recientemente especies exóticas que podrían convertir los micrositios en focos de infestación para nuevos eventos de invasiones biológicas.

En todos los refugios hay evidencias de incendios antiguos, por lo que claramente se trata de bosques y ecosistemas secundarios. Es interesante notar, a pesar de esto, que algunos ecosistemas han podido desarrollar una sucesión secundaria sin presencia importante de especies exóticas. Los sectores Valle del francés, Cuernos y Chileno poseen esta condición. Estos sitios no tienen una aptitud

ganadera evidente, pues tienen pendientes fuertes, quebradas, vegetación densa y poco acceso a cursos de agua dulce. De acuerdo con Martinic (1985), una vez incendiados los bosques para el "despeje de tierras", éstos eran sembrados con especies palatables para que pudieran germinar y crecer, en contraposición a las especies nativas, indeseables (especies palatables como *Holcus lanatus*, *Dactylis glomerata*, *Agrostis capillaris*, *Trifolium repens*). Así, los sectores con menor pendiente, grandes superficies de valles y acceso a cursos de agua dulce como Serón, Torre Norte & Central y Hotel Las Torres, probablemente fueron intensamente usados para sembrar propágulos exóticos. El proceso de invasión biológica y antropización observado en estos sectores, sea entonces probablemente, debido a la mayor presión de propágulo de especies palatables sembradas por los colonizadores. Así, los otros sectores han seguido un curso de sucesión secundaria natural, sin gran presencia de especies exóticas.



**Figura 14.** Ordenación multivariada (método NMDS) mostrando las distancias ecológicas entre unidades de muestreo en los diferentes sectores de estudio. Se aprecia una clara separación entre los sectores Francés, Cuernos y Chileno (a la izquierda del eje 1), de los sectores Serón, Central y Hotel (a la derecha del eje 1). Este gradiente es interpretado como "sitios de alta naturalidad" (izquierda) vs "sitios de alta antropización" (derecha). Similarmente, los sitios a la izquierda están fuertemente correlacionados con la presencia de especies nativas (nativ), mientras que los sitios de la derecha, están fuertemente correlacionados con la riqueza de especies exóticas (exot).

## **AGRADECIMIENTOS**

Arnoldo Contreras, Juan Carlos Vargas y Romina Ojeda colaboraron con la planificación y logística del trabajo de campo.

## Literatura citada

- Croft J, Cross N, Hinchcliffe S, Nic Lughadha E, Stevens PF, West JG & Whitbread G (1999)** Plant names for the 21<sup>st</sup> century: the International Plant Names Index, a distributed data source of general accessibility. *Taxon* 48: 317-324.
- Chytry M, Tichý L, Jason H & Botta-Dukát Z (2002)** Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Journal of Vegetation Science* 13: 79-90.
- De Cáceres M, Legendre P & Moretti M (2010)** Improving indicator species analysis by combining group of sites. *Oikos* 119: 1674-1684.
- Domínguez E (2012)** Flora Nativa Torres del Paine. Ocho Libro Ediciones.
- Dufrene M & Legendre P (1997)** Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67: 345-366.
- Font-Quer P (2010)** Diccionario de Botánica. Ediciones Península.
- Henríquez JM, Pisano E & Marticorena C (1995)** Catálogo de la flora vascular de Magallanes (XII<sup>a</sup> Region), Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia* 23: 5-30.
- Legendre P & Fortin MJ (1989)** Spatial pattern and ecological analysis. *Vegetatio* 80: 107-138.
- Marticorena A (2006)** Revision of the genus *Acaena* (Rosaceae) in Chile. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 93: 412-454.
- Martinic M (1985)** La ocupación y el impacto del hombre sobre el territorio. In: O Boelcke, DM Moore & FA Roig (Eds.), *Transecta Botánica de la Patagonia Austral*. Buenos Aires, Argentina.
- Matthei O (1995)** *Manual de las malezas que crecen en Chile*. Alfabeta Impresiones, Santiago de Chile.
- McCune B & Grace JB (2002)** *Analysis of ecological communities*. MJM Software Design. Oregon, USA.
- Ministerio del Medio Ambiente (2017)** Especies: Clasificación según estado de conservación (<http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies>), consultado el 25 de mayo de 2017.
- Moore DM (1983)** *Flora of Tierra del Fuego*. Missouri Botanical Garden. Missouri, USA.
- Mueller-Dombois D & Ellenberg H (1974)** *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, New York, USA.
- Noss RF (1990)** Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conservation Biology* 4: 355-364.
- Patrick B (2014)** Guidelines for undertaking rapid biodiversity assessments in terrestrial and marine environments in the Pacific. Apia, Samoa. SPREP, Wildlands.
- Pisano E (1974)** Estudio ecológico de la region continental sur del área andino-patagónica. II. Contribución a la fitogeografía de la zona del parque nacional Torres del Paine. *Anales del Instituto de la Patagonia* 5: 59-104.
- Pisano E (1989)** Labilidad de los ecosistemas terrestres fuego-patagónicos. *Anales del Instituto de la Patagonia* 19: 17-25.
- UICN (2012)** Categorías y criterios de la lista roja de la UICN: versión 3.1. Segunda Edición. Gland, Suiza & Cambridge, Reino Unido.
- Vidal OJ (2007)** *Flora of Torres del Paine field guide*. Editorial Fantástico Sur, Punta Arenas, Chile.

**Vidal OJ & Reif A (2011)** Effect of a tourist-ignited wildfire on *Nothofagus pumilio* forests at Torres del Paine biosphere reserve, Chile (Southern Patagonia). *Bosque* 32: 64-76.

**Vidal OJ, Ramírez C, Latorre J, Henríquez JM & San Martín C (2015)** Matorral de "Mata Negra" (*Mulguraea tridens* [Lag.] N. O'Learly & P. Peralta): Una asociación vegetal amenazada por incendios en el Parque Nacional Torres del Paine, Chile.