

Perturbaciones de los fuegos de verano en la palma mas austral del mundo (*Jubaea chilensis* (Mol.) Baillon) en microcuencas costeras de la Zona Mediterranea de Chile

Víctor Quintanilla Pérez¹ ✉ | Mauricio Morales Constanzo²

Resumen

Uno de los principales factores de degradación de las microcuencas costeras de la región de Valparaíso corresponde a los incendios forestales, como también a la expansión urbana y a las obras de infraestructura, que han implicado una importante disminución de la superficie vegetal nativa y que posee especies de un alto valor geobotánico y endémico, como es el caso de la palma chilena (*Jubaea chilensis*). Esta palmera se encuentra en la formación del bosque esclerófilo de Chile central (30°-37°S.), área en la cual ocurren la mayor parte de los fuegos vegetales durante el verano en el país. A través de los registros de incendios que comprende el período 2000-2012, se han definido en el área de estudio los sectores críticos con mayor impacto de los fuegos; información que es complementada con la aplicación de índices de vegetación (NDVI) a partir de imágenes satelitales Landsat e imágenes Theos-I de diferentes temporadas de verano.

Palabras clave: palma chilena; bosque esclerófilo; fuegos.

Abstract

Disturbances of the Fires of Summer in the Palm More Southern of World (Jubaea chilensis (Mol.) Baillon) In Coastal Microbasins of the Zone Mediterranean of Chile

One of the main degradation factors of the coastal microbasins of the Valparaiso region corresponds to forest fires as well as to urban expansion and infrastructure works that have meant a significant decrease of the native plant surface that contains species of high geobotanical and endemic value, like the Chilean palm (*Jubaea chilensis*). This palm is found in the schlerophyllous forest formation of central Chile (30°-37° S.), the area in which most plant fires occur in Summer. From the fire records of the 2000-2012 period, the critical sectors in the study area with the highest impact from fire have been defined. This information is complemented with the application of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) from Landsat images and Theos-I images of different Summer seasons.

Keywords: Chilean palm; schlerophyllous forest; fires.

1. Departamento Ingeniería Geográfica. Universidad de Santiago de Chile. victor.quintanilla@usach.cl

2. Departamento Ingeniería Geográfica. Universidad de Santiago de Chile. m.morales.constanzo@gmail.com

Resumé

*Les perturbations des feux d'été dans le palmier plus australe du monde (*Jubaea chilensis* (Mol.) Baillon) dans microbassins côtiers de la Zone Méditerranéenne du Chili*

Parmi les principales facteurs de dégradation des microbassins côtiers dans la région de Valparaíso, sont les incendies forestiers, l'expansion urbaine et la construction des routes publiques ce qui on conduit à une forte diminution de la surface végétale native laquelle a une haute valeur géobotanique et endémique, comme ce le cas de la présence de le palmier chilienne (*Jubaea chilensis*). Cette palmier se trouve au l'intérieur des forêts sclérophylle du Chili central (30°-37° S.), aire dans laquelle se produisent la plus partie des feux de végétation dans le pays pendant l'été. Avec l'analyse des statistiques d'incendies qui registrent la période 2000-2012, ont déterminant l'impact sur l'aire d'étude et les secteurs critiques pour l'impact des feux. En plus avec l'appui de l'analyse du NDVI à partir des images satellitales Landsat et images Theos, on étudie les changements sur la distribution de la végétation.

Mots clef: forêt sclérophylle; palmier chilienne; feux.

1. Introducción

La palma más austral del mundo *Jubaea chilensis* (Mol.) Baillon se distribuye al interior de la formación de bosques esclerófilos mediterráneos de Chile (32°45'-37°30' sur), abarcando una extensión aproximada de 850 km (Quintanilla, 1983) y (Gajardo, 1994). De acuerdo a su fisionomía puede alcanzar una altura máxima de 25 m con un tronco de hasta 1,3 metros de diámetro. suele tolerar bajas temperaturas (hasta -15°C) y veranos frescos (Grau, 2004).

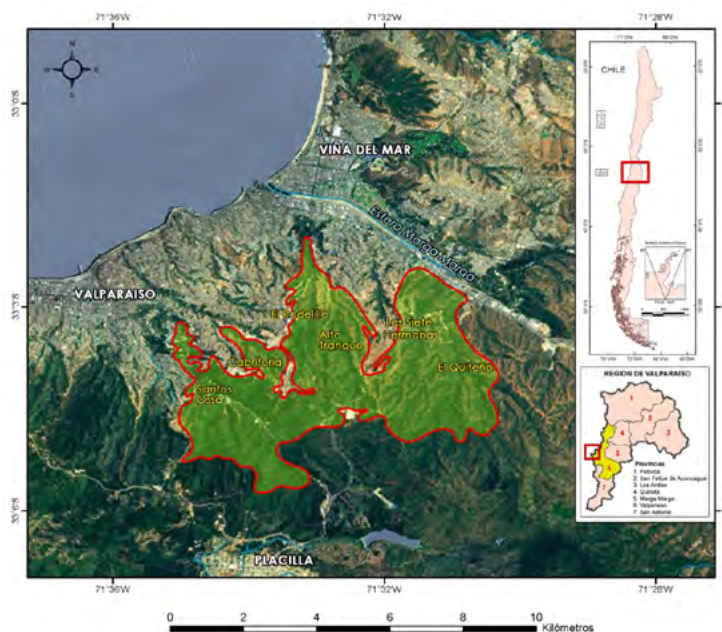
En la zona mediterránea de Chile esta palma continental crece en sectores aislados de valles intermontanos y en laderas medias de la vertiente occidental de la cordillera de la costa, hasta los 700 metros de altitud aproximadamente. La extensión de las actividades rurales y la expansión de las áreas urbanas han reducido considerablemente la distribución de estos palmares, encontrándose ahora sólo cuatro agrupaciones de bosques de *Jubaea chilensis* en el país. Una de las áreas más representativas se encuentra actualmente en el Parque Nacional La Campana en la cordillera de la costa (Quintanilla, 2009), y según los inventarios de la Corporación Nacional Forestal de Chile, las agrupaciones de palma no superarían el total de 100.000 individuos en pie en todo el país (Elórtégui y Moreira, 2002).

En las microcuencas periféricas de las ciudades de Valparaíso y Viña del Mar se encuentran actualmente remanentes de bosques y matorrales esclerófilos con *Jubaea chilensis*. Estas pequeñas cuencas costeras se localizan aproximadamente en los 33°03' S. y 71°30'-71°34' W, con las denominaciones locales de Quebradas El Quiteño, de las Siete Hermanas, Alto Tranque, El Rodelillo, Cabritería y Santos Ossa (Mapa 1).

El área de estudio se centró precisamente en estas microcuencas, las cuales forman parte de la provincia administrativa de Valparaíso, que abarcan una superficie estimada de 2.374 hectáreas. De acuerdo con Moder et al. (1997), la quebrada de las Siete Hermanas posee un superficie de 54 ha, mientras que la quebrada El Quiteño comprende un área de 166 hectáreas.

Con respecto a las características litológicas y de geomorfología de esta zona, las quebradas están situadas sobre las terrazas de abrasión marina de edad pliocénica, que presenta un relieve de aspecto colinar con lomajes convexos-cóncavos suavemente ondulados, y en parte, disectados por numerosos cursos de agua (quebradas) de orientación general sur-norte, los cuales desembocan en un colector mayor, siendo éste el arroyo Marga Marga o estero Viña del Mar (Caviedes, 1972).

Mapa 1. Área de estudio. Microcuencas periféricas de las ciudades de Valparaíso y Viña del Mar



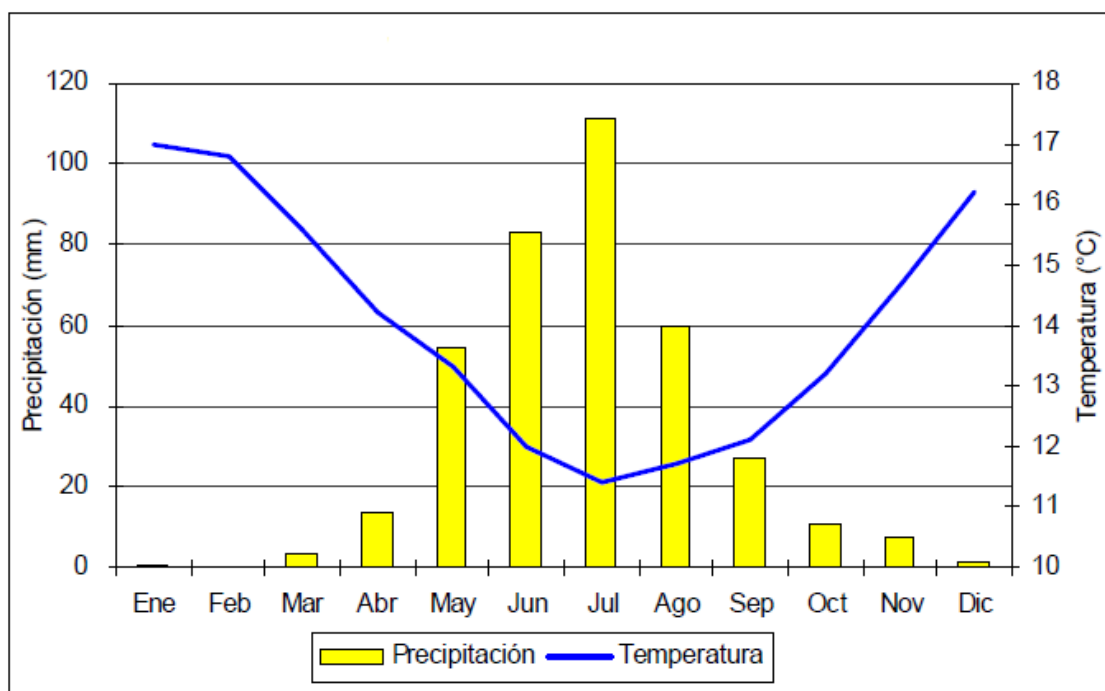
Fuente: Elaboración de los autores

Dentro de un contexto histórico es importante señalar que la expansión demográfica en la región litoral de la conurbación Valparaíso-Viña del Mar fue una de las primeras amenazas a las agrupaciones de palma, las cuales han crecido compartiendo su hábitat con el bosque esclerófilo húmedo. Desde mediados del siglo XX se interviene el bosque esclerófilo para explotarlo, y por consiguiente, para ocupar terrenos en laderas de colinas. A partir de la década de 1960 este paisaje comienza a fragmentarse, derivando gradualmente a espacios abiertos, lo que permitió que surgieran nuevas amenazas para estos ecosistemas, como la presencia anual y regular de los incendios vegetales de verano (Quintanilla, 2012a).

Entre los factores asociados al régimen de incendios, se encuentra principalmente el clima. Las condiciones atmosféricas de la región mediterránea chilena están caracterizadas principalmente por un prolongado, seco y caluroso verano, que frecuentemente está acompañado por fuertes vientos, todo lo cual tiene una gran incidencia en el surgimiento de los incendios.

Los vientos marinos provenientes del sur-oeste llegan en verano al litoral, regularmente con una alta velocidad favoreciendo la combustibilidad e ignición de la vegetación. También contribuyen los períodos de estrés hídrico para la vegetación, con abundancia de días cálidos y secos que generan condiciones favorables para que estos siniestros se manifiesten con regularidad. Por otra parte las precipitaciones anuales alcanzan cerca de los 400 mm, mientras que las temperaturas extremas oscilan entre 6°-18° en invierno y 14°-27°C en verano. Como se observa en el Gráfico 1, las precipitaciones se concentran en la estación de invierno (Junio-Julio-Agosto), en tanto que las máximas temperaturas se presentan en la temporada de verano (Diciembre-Enero-Febrero).

Grafico 1. Climodiagrama de Valparaíso (33° 01' w - 71° 39' s)



Fuente: Mauro A., 2006

Estas quebradas presentan una red de drenaje que confluye en una sola cuenca permanente que desemboca en el estero o arroyo Marga Marga. Los suelos están constituidos esencialmente por el batolito granítico con algunas intrusiones de materiales básicos, mezclados de manera discontinua. La topografía es de colinas, lo cual significa pendientes de 8 a 15%, de 20 a 30% hasta más de 50%; solamente en algunos sectores las pendientes pueden ser inferiores de 5 a 8% (Luzio, 2010).

La clase textural del horizonte superficial es generalmente franco arcillosa, variando entre franco arcilloso arenosa y franco arcillo limosa. La cubierta vegetal se desarrolla bien en estos suelos de pendiente e incluso las raíces de *Jubaea chilensis* tienen una fuerte adherencia al sustrato (Quintanilla y Morales, 2012).

Un análisis temporal de la frecuencia de incendios en las regiones mediterráneas demuestra que su número experimenta oscilaciones a causa de factores como el viento, la humedad y la evapotranspiración que actúan a diferentes escalas espaciales y temporales. Incluso en Chile central, durante el verano los fuegos se concentran en reducido número de días en los cuales bajo condiciones atmosféricas críticas, se quema una parte importante de la superficie vegetal. Esta situación parece ser común en gran parte de la zona mediterránea del hemisferio norte, como los constatan diversos autores (Trabaud, 1983 y 1989); (Tárrega y Luis, 1992); (Pérez Cabello y Ibarra, 2004); (Lourenço, 2004); (Carracedo et al., 2009).

Desde hace 12 años distintos autores han estudiado la evolución temporal espacial regresiva del paisaje boscoso de las colinas costeras de Valparaíso- Viña del Mary de sus diversas microcuencas (Quintanilla y Castro, 1998); (Quintanilla y Reyes, 1999); (Quintanilla y Lienlaf, 1999); (Castillo, 2006); (Redon, 2003); (Flores et al., 2008); (Corti et al., 2009); (Contreras et al. 2011); (Quintanilla et al., 2012b). Esto se justifica porque algunas microcuencas o *quebradas* como El Quiteño, Las Siete Hermanas y El Salto, concentraban unos importantes bosques de *Jubaea chilensis* acompañada de un variado cortejo florístico de especies esclerófilas, las cuales hoy en día no sólo

se han reducido cuantitativamente, sino que se manifiestan recurrentes fases de degradación y reemplazo por especies invasoras.

En los últimos 15 años se han desarrollado una serie de obras civiles de gran envergadura que han alterado intensamente el paisaje de estas áreas. Entre los años 1994 y 1997 se construyó la carretera Las Palmas que atraviesa las colinas y quebradas del sector; mientras que en el año 1999 se construyó un gasoducto que cruza algunas laderas del palmar, que tuvo como finalidad abastecer a la ciudad de Viña del Mar (Imagen 1). Posteriormente se instalaron torres de alta tensión en los sectores más elevados de estas cuencas, por lo que se habilitaron caminos en medio de las laderas para facilitar el acceso de maquinarias y camiones, lo cual implicó que se abriera una verdadera red caminera que destruyó totalmente la cubierta vegetal, incluyendo la muerte de un centenar de palmas chilenas en los sectores intervenidos, alterando la composición florística y dando paso a la erosión (Flores et al., 2008).

Imagen 1. La construcción de carreteras disectando las colinas eliminó numerosas palmas



Fuente: Fotografía de los autores. Autopista Las Palmas (diciembre 2010)

Según Grau, (2004) a fines de 1950 existían en estas pequeñas cuencas boscosas unas 60.000 palmas, número de individuos que ha decrecido notablemente en la actualidad, estimándose unas 6.500 palmas maduras de acuerdo con los registros de la Corporación de la Flora y Fauna de la Región de Valparaíso (CODEFF).

2. Metodología

Se trabajó en gabinete las cartas topográficas al 25.000 y 50.000 de Valparaíso y de Viña del Mar del Instituto Geográfico Militar de Chile (IGM) y fotos pancromáticas del año 1998 tomadas por el Servicio Aerofotogramétrico de la Fuerza Aérea (SAF) y una ortofoto escala 1:40.000 del año 1996.

Por otra parte, el apoyo de imágenes satelitales ha sido importante para el desarrollo de esta investigación, y es por ello que se trabajó con imágenes Landsat MSS (III-1975), Landsat TM (III-1989) y Landsat ETM+ (I-2010), además de imágenes Theos-1 (XI-2009; X-2011).

Con estos sensores se realizó un seguimiento temporal a partir del año 1975 hasta el 2010, aplicando índices de vegetación (NDVI), de modo identificar los cambios espaciales de la cubierta vegetal del bosque esclerófilo junto con las agrupaciones de palmas. En el Cuadro 1 se encuentran las clases de NDVI generadas para este análisis.

Cuadro 1. Clasificación de NDVI

Categoría	Clase	Características
1. Vegetación muy baja	<(-0.75)	Suelo desnudo
2. Vegetación baja	(-0.75)– (-0.45)	Vegetación herbácea - Suelo desnudo
3. Vegetación media baja	(-0.45) – (-0.15)	Vegetación arbustiva - Suelo desnudo
4. Vegetación media	(-0.15) - 0.15	Vegetación arbórea - arbustiva – Suelo desnudo
5. Vegetación alta	0.15 – 0.45	Vegetación arbórea - arbustiva
6. Vegetación media alta	0.45– 0.75	Vegetación arbórea
7. Vegetación muy alta	>(-0.75)	Vegetación arbórea densa

Fuente: Yokens, 2001

La ocurrencia de incendios forestales es otro de los factores a considerar dentro de este estudio, por lo que fue necesario obtener los registros de los siniestros desde la base de datos proporcionada por CONAF (Corporación Nacional Forestal) , abarcando 13 años de temporadas de incendios (periodo 2000-2012).

A partir de los registros de incendios fue posible elaborar una cartografía para identificar y localizar áreas críticas que representan la mayor concentración histórica de fuegos en el periodo 2000-2012. Para ello se siguió el modelo aplicado por Castillo et al. (2010), donde se consideró en primer lugar la georreferencia y fecha de inicio de cada evento, información que posteriormente fue procesada en un Sistema de Información Geográfica mediante el modelo de datos raster, definiendo una celdilla de 100 hectáreas para estimar la frecuencia acumulada de las áreas que han sido quemadas, además de la densidad histórica de los fuegos.

Además se aplicaron indicadores tales como el Tamaño Medio de Incendios (TMI), que está referido al tamaño promedio que alcanzan los incendios en hectáreas; la Densidad de Incendios (DIN) que mide la cantidad de fuegos que se inician por unidad de superficie; y la Tasa de Superficies Afectadas (TSA) que es la proporción de superficie afectada por el fuego sobre el total de la extensión de la unidad analizada (porcentaje de hectáreas quemadas sobre el total de superficie analizada).

La actividad de campo fue muy importante para identificar y clasificar a las agrupaciones vegetales que están presentes en las microcuencas estudiadas. Este trabajo de campo se hizo regularmente apoyado en la colecta de plantas, levantamiento de inventarios, elaboración de perfiles y toma de fotografías. Se procuró efectuar visitas de campo a lo largo de la mayoría de las estaciones climáticas a objeto de incorporar a las listas de especies el mayor número de plantas en flor en el transcurso de los últimos cuatro años. Los censos se realizaron aplicando una metodología

simplificada basada en los muestreos fitosociológicos de Braun-Blanquet, (1979). En la síntesis de los inventarios realizados se identificaron en 22 parcelas, considerando la presencia de la mayoría de las especies más constantes identificadas. Igualmente se registró de forma cualitativa la abundancia y distribución local de las plantas terrestres, tanto nativas como algunas introducidas y también se efectuó un seguimiento de las superficies incendiadas.

Aleatoriamente algunos censos se levantaron en sectores no quemados y a su vez, en áreas con regeneración postfuego transcurrido unos 5 a 6 meses (entre julio y agosto) de haberse incendiado el lugar cuando ya se detectaba al menos una incipiente regeneración herbácea y arbustiva.

Se ha detectado que estas microcuencas de estudio (sobre todo Las Palmas y El Quiteño) se han quemado parcial o totalmente su cubierta vegetal arbóreo-arbustiva en varias ocasiones, incluso durante tres veranos consecutivos en el período de los años 1986 y 2008 (Quintanilla y Castillo, 2009). Además al *abrirse* periódicamente el bosque por la presión antrópica y los efectos de los mismos incendios, aumentan los riesgos de siniestros al favorecer el aumento local de las temperaturas y permitir una mayor circulación del viento, siendo éste último uno de los agentes más efectivos para el desplazamiento del fuego. En consecuencia, durante la regeneración anual postfuego de gran parte de la vegetación se constataba que los riesgos de combustibilidad de estos ecosistemas iban aumentando prácticamente todos los años, junto con el incremento de la densidad de algunas especies invasoras que poseen una facilidad para entrar en combustión (Quintanilla, 1999). Por otra parte se da el caso de dos especies nativas de talla arbustiva (*Chusquea cumingii* y *Retanilla trinervia*) que colonizan rápidamente los espacios quemados que antes de los fuegos eran ocupados por otros elementos arbustivos y herbáceos.

3. Discusión

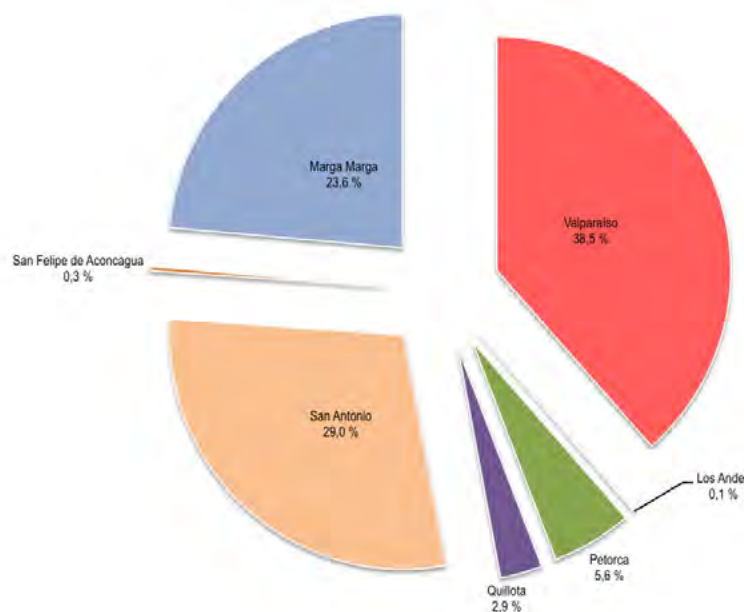
3.1. Antecedentes e impactos de los fuegos sobre la vegetación

En las microcuencas litorales de la región de Valparaíso, las coberturas vegetales esclerófilas y sobre todo las agrupaciones de palma, han estado sujetas desde mediados del siglo pasado a una importante presión antrópica, situación que ha determinado distintos tipos de alteraciones sobre la vegetación. Entre los impactos más recurrentes y de mayor envergadura que se han generado en estos sectores litorales se encuentran los incendios forestales, los cuales han ocasionado gradualmente una degradación de la estructura y fisionomía vegetal, teniendo como consecuencia en algunos casos, la pérdida de cobertura para la protección de suelos.

La ocurrencia de los incendios forestales en la región de Valparaíso está relacionada al significativo efecto que posee la población, el cual es determinado por la presencia de los distintos centros urbanos, como así también de las carreteras y caminos, cuya cercanía y proximidad a éstos ha influido en la iniciación de los fuegos; sin excluir la variabilidad que implican los distintos factores ambientales (clima, topografía y tipos vegetacionales) que de igual modo tienen una importante incidencia en el origen de los fuegos.

De acuerdo con los registros de incendios para el periodo 2000-2012, la provincia de Valparaíso es la que tendría una mayor ocurrencia de fuegos a nivel regional, representando un 38,5% (Gráfico 2); estimación que estaría relacionada con la presencia de dos grandes urbes en la provincia: Valparaíso y Viña del Mar, que por lo demás corresponden a las ciudades y comunas más importantes de la región y de toda la franja litoral de Chile Mediterráneo.

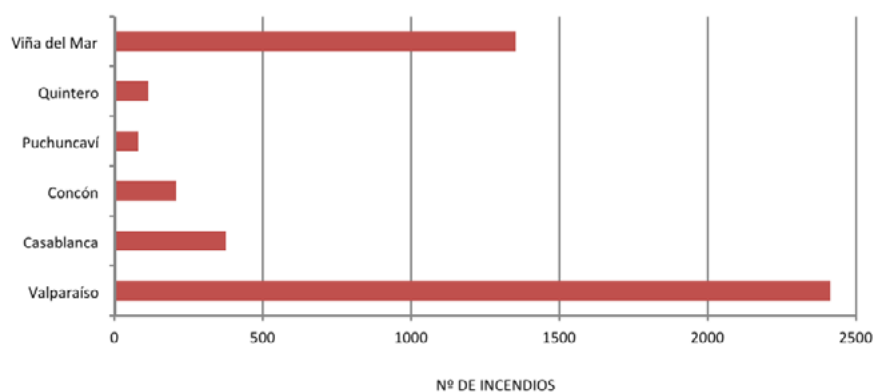
Grafico 2. Ocurrencia de incendios forestales en la región de Valparaíso según provincias (período 2000-2012)



Fuente: elaboración propia en base a los registros de la CONAF (2013)

Por consiguiente las comunas de Valparaíso y Viña del Mar, que es donde están situadas precisamente las quebradas o microcuencas en estudio, son las divisiones administrativas que poseen la mayor cantidad de siniestros anuales (sobre los 2.400 y 1.300 eventos de incendios respectivamente). En tanto en las demás comunas de la provincia de Valparaíso el número de incendios se encuentran bajo los 500 eventos anuales (Gráfico 3).

Grafico 3. Incendios forestales en la provincia de Valparaíso según comunas (período 2000-2012)



Fuente: Elaboración de los autores en base a los registros de la CONAF (2013)

En el Cuadro 2 se puede observar además de la frecuencia de los incendios, la superficie afectada por éstos, siendo claramente la comuna de Valparaíso la más perturbada con un total de 11.871 hectáreas acumuladas durante 13 años, cuyo tamaño medio de los incendios (TMI) alcan-

za las 4,9 ha. Luego se destacan las comunas de Casablanca y Puchuncaví, que han acumulado respectivamente 9.259 ha y 3.196 ha de superficie intervenida por los fuegos; los registros de superficie quemada de estas comunas resaltan principalmente por el tamaño o área que comprende cada una de éstas.

Sobre los indicadores de la densidad de incendios (DIN) y tasa de superficie afectada (TSA), Viña del Mar es la comuna que tendría los mayores valores, alcanzando los 0,7 incendios por km², y una proporción de superficie afectada al año de 1,22% con respecto al total comunal. Posteriormente se encuentra Valparaíso con una densidad de incendios de 0,49 fuegos/km², presentando una tasa de superficie afectada de 2,39%.

Es importante señalar que los resultados integrados de estos instrumentos contribuyen a aclarar las causas que provocan el problema de los incendios y los efectos que se generan, constituyéndose en aspectos fundamentales para las decisiones sobre las medidas de restauración de las áreas degradadas por el fuego y la aplicación de acciones para minimizar los impactos y daños que se producen (Julio, 2009).

Cuadro 2. Indicadores TMI, DIN y TSA en la provincia de Valparaíso (periodo 2000-2012)

COMUNAS	Superficie Total (ha)	Nº Incendios	Superficie Quemada (ha)	Indicadores de Riesgo y Peligro		
				TMI	DIN	TSA
Valparaíso	31084,2	2415	11871,43	4,92	0,49	2,39
Casablanca	95320,6	375	9258,82	24,69	0,02	0,61
Concón	7550,2	208	810,79	3,90	0,17	0,67
Puchuncaví	30017,8	79	3196,39	40,46	0,02	0,67
Quintero	14733,9	113	971,52	8,60	0,05	0,41
Viña del Mar	12094,9	1354	2361,16	1,74	0,70	1,22
Sub-Total	190801,6	4544	28470,11	6,27	0,15	0,93

TMI: Tamaño Medio de Incendios (Ha)

DIN: Densidad de Incendios (Nº Incendios/km²/año)

TSA: Tasa de Superficie Afectada (% promedio anual sobre la superficie total)

Fuente: Elaboración de los autores en base a los registros de la CONAF (2013)

Si bien los incendios acaecidos en la provincia de Valparaíso han afectado grandes superficies durante el periodo de análisis (2000-2012), sería importante señalar qué tipo de vegetación ha sido alterada por los distintos eventos de fuegos. De acuerdo a ello, el Sistema Estadístico de Manejo del Fuego de la CONAF (Corporación Nacional Forestal) ha registrado para cada incendio forestal la superficie total quemada según los diferentes tipos de vegetación, sean éstos: Plantaciones, Arbolado Nativo, Matorrales y Arbustos, Pastizales y Praderas, Cultivos Agrícolas y Otros (desechos de explotaciones silvoagropecuarias, basurales).

Considerando únicamente a las comunas de Valparaíso y Viña del Mar, que son las áreas administrativas que representan una mayor densidad y superficie afectada por los fuegos, siendo además donde se sitúa el área de estudio; se describen los tipos de vegetación más afectados dentro del periodo de análisis. En la comuna de Valparaíso se destaca en primer lugar las plantaciones exóticas como el tipo de vegetación con mayor intervención, representando un 55,7% de la superficie quemada, siguiendo el matorral (23,9%) y posteriormente el arbolado nativo (9,8%) dentro del cual se encuentran las agrupaciones de palma chilena. Mientras que en Viña del Mar los tipos de vegetación afectados se encuentran mejor distribuidos, siendo el matorral arbustivo la formación vegetal con mayor perturbación, alcanzando un 36,2% de la superficie quemada a nivel comunal, siguiendo posteriormente los pastizales o praderas (31,4%) y luego las plantaciones forestales con un 20,4% (Cuadro 3).

Si bien la comuna de Casablanca no está constituida como parte del área de estudio, se destaca de igual modo a nivel regional como la segunda comuna con la mayor superficie intervenida por los fuegos, afectando principalmente el matorral y arbolado nativo dentro de los tipos de vegetación.

Cuadro 3. Tipos de vegetación afectados por fuegos en la provincia Valparaíso (período 2000-2012)

COMUNAS	SUPERFICIES TIPOS DE VEGETACIÓN (ha)										
	Plantación	%	Arbolado	%	Matorral	%	Pastizal	%	Otras	%	Total
Valparaíso	6614,24	55,7	1159,93	9,8	2835,53	23,9	1084,25	9,1	177,48	1,5	11871,43
Casablanca	364,79	3,9	3094,07	33,4	3609,51	39,0	2085,44	22,5	105,01	1,1	9258,82
Concón	264,6	32,6	154,97	19,1	240,08	29,6	146,5	18,1	4,64	0,6	810,79
Puchuncaví	334,9	10,5	460,19	14,4	1394,04	43,6	959,2	30,0	48,06	1,5	3196,39
Quintero	156,65	16,1	55,6	5,7	266,37	27,4	479,87	49,4	13,03	1,3	971,52
Viña del Mar	482,83	20,4	275,35	11,7	855,25	36,2	742,51	31,4	5,22	0,2	2361,16
Sub-Total	8218,01	28,9	5200,11	18,3	9200,78	32,3	5497,77	19,3	353,44	1,2	28470,11

Fuente: Elaboración de los autores en base a los registros de la CONAF (2013)

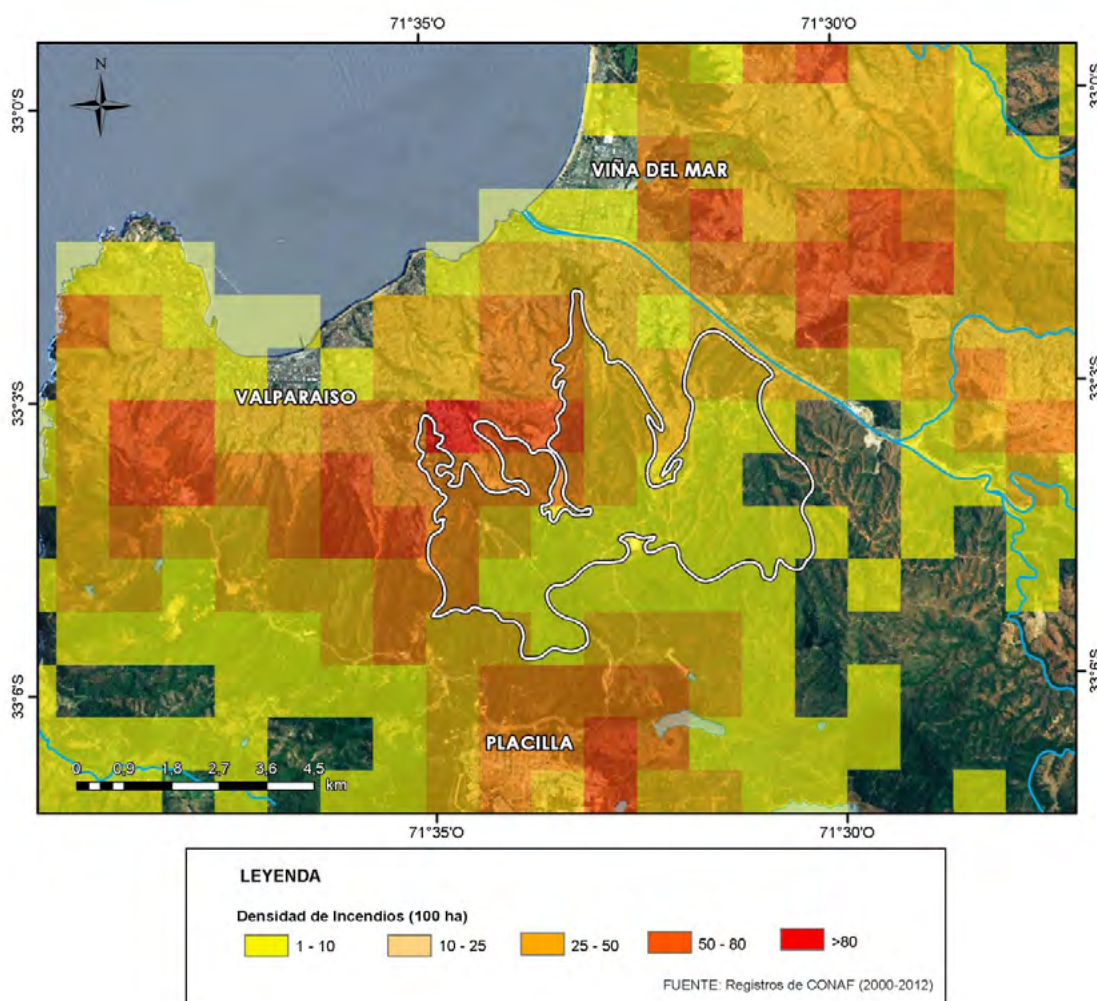
En el Mapa 2 se puede observar, dentro de un contexto espacial, la densidad de incendios existente en las áreas periféricas de las ciudades de Valparaíso y Viña del Mar, además del área urbana de Placilla. Estos sectores coincidirían con los altos valores de ocurrencia de fuegos según los registros históricos del período 2000-2012. En lo que respecta al área de estudio se destaca básicamente la densidad de incendios para los sectores de quebradas de Santos Ossa, Cabritería y El Rodelillo, con valores que se encuentran sobre los 50 episodios de incendios. Además se señala que los sectores de celdillas en colores que no aparecen en la leyenda de la figura, son porque corresponden a aéreas no incendiadas.

La importancia de este tipo de información está relacionada en poder estimar los tiempos de recuperación que tendrían eventualmente las comunidades vegetales, incluidas las agrupaciones de *Jubaea chilensis*, posterior a los incendios, donde pueden definirse áreas con mayor o menor

densidad de fuegos, que impliquen a su vez un mayor stress sobre la vegetación. De este modo se podría establecer la estructura y fisionomía que adoptaría la vegetación en el tiempo.

Para evidenciar el retroceso de la vegetación en las áreas periféricas de las ciudades de Valparaíso y Viña del mar, se aplicó el análisis temporal de NDVI a partir de los años 1975 hasta el año 2010, los cuales manifiestan en algunos periodos la reducción de los bosques en las quebradas, que puede implicar por un lado el retroceso de los bosques por la expansión de las áreas urbanas de Viña del Mar y Valparaíso, o también por el impacto de los fuegos que han generado una degradación reiterada a la estructura vegetal, por ejemplo la variación desde un estrato arbóreo a un matorral arbustivo.

Mapa 2. Áreas críticas de ocurrencia de incendios cada 100 ha (2000-2012)



Fuente: Elaboración de los autores en base a los registros de la CONAF (2013)

De acuerdo los resultados de NDVI, en el Cuadro 4 se pueden observar las distintas variaciones que ha experimentado la cubierta vegetal en el área de estudio, según las clases o categorías establecidas. En un primer año (1975) existe un claro predominio de las categorías 5-6-7 caracterizadas por una cubierta arbórea y arbustiva relativamente densa, representando cerca de un 70% de la superficie total de las microcuencas, la cual disminuye gradualmente hacia el año de 1989, cuyos valores se concentran en las categorías de vegetación arbustiva y de suelo desnudo, lo que

manifiesta en cierta medida la degradación de las cubiertas boscosas. Cabe señalar que en este año la clase 7 presenta los valores más bajos dentro del periodo analizado.

En el año 1999 existe un relativo aumento de las superficies caracterizadas por el estrato arbóreo, destacándose la clase 6 la cual representa un 29,56% del total del área de estudio; y asimismo se registra una disminución de las categorías intermedias (estrato arbustivo).

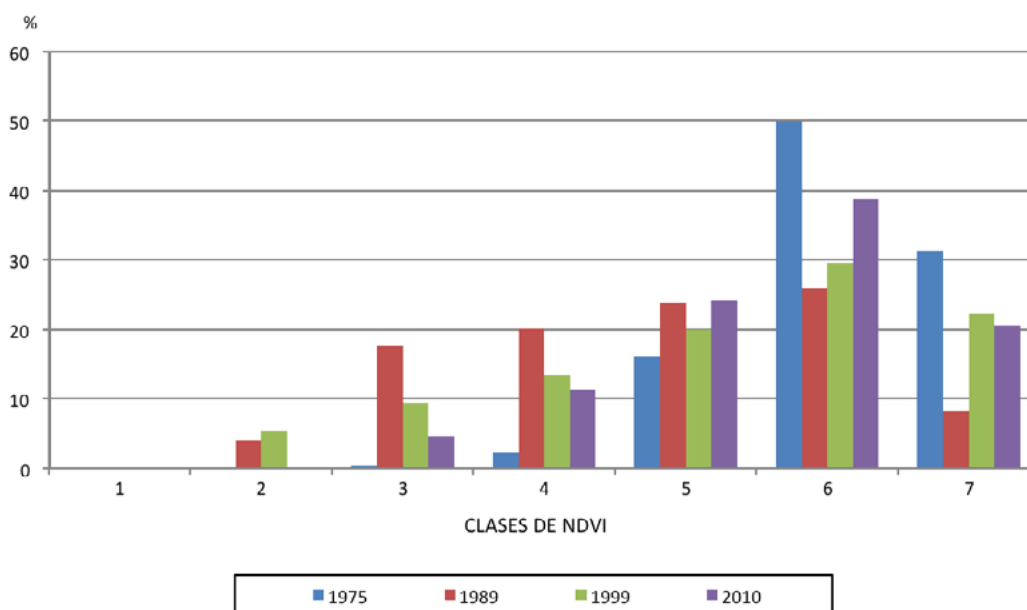
Finalmente en el año 2010 las superficies porcentuales de NDVI se encuentran concentradas principalmente en las categorías 5-6-7, lo que indicaría cierta recuperación de la vegetación en los últimos periodos. Sin embargo la generalidad del análisis temporal efectuado, teniendo en consideración las clases 6 y 7, evidencia la disminución gradual que ha experimentado la vegetación a partir de los registros de 1975 (Gráfico 4 y Mapa 3).

Cuadro 4. Representacion (%) de las clases de NDVI según años analizados

AÑO	CLASES DE NDVI						
	1	2	3	4	5	6	7
1975	0.04	0.04	0.41	2.32	16.03	49.90	31.26
1989	0.04	4.04	17.59	20.19	23.92	25.98	8.24
1999	0.10	5.35	9.41	13.42	19.94	29.56	22.22
2010	0.08	0.21	4.67	11.32	24.28	38.84	20.59

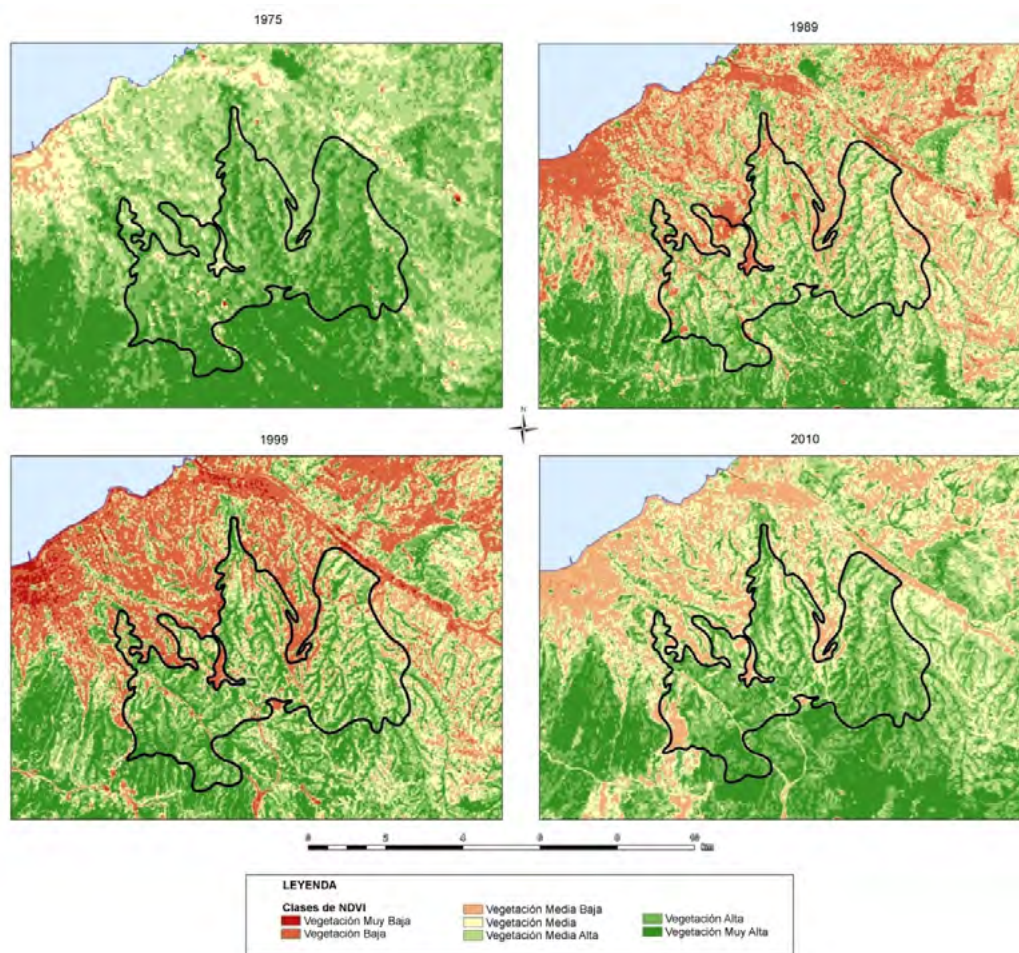
Fuente: Elaboración de los autores a partir de las imágenes Landsat (1975-1989-1999-2010)

Gráfico 4. Variacion del NDVI según años analizados



Fuente: elaboración de los autores a partir de las imágenes Landsat (1975-1989-1999-2010)

Mapa 3. Análisis de NDVI (1975-2012) en los sectores de microcuencas del área de estudio



Fuente: elaboración de los autores a partir de las imágenes landsat (1975-1989-1999-2010)

3.2. La vegetación e impactos en los palmares de *Jubaea chilensis*

Los últimos estudios florísticos realizados en la zona por Flores et al. (2008) demostraron que la flora de estas microcuencas está compuestas por 234 especies (6 clases, 79 familias y 178 géneros) y en ella dominan 92 especies de carácter endémico, en las cuales destaca *Jubaea chilensis*. Esta palmera presenta una alta concentración en la Quebrada Siete Hermanas (de 54 has.) y Quebrada El Quiteño con 165 ha (Flores et al., 2008) (Imágenes 2 y 3).

Imagen 2. Matorral en regeneración de *Chusquea cumingii* después de los incendios en el área de los palmares



Fuente: Fotografía de los autores. Sector El Rodelillo (febrero 2008)

Imagen 3. Palmas Chilenas acompañadas de especies arbustivas, que se van regenerando después de los incendios



Fuente: Fotografía de los autores. Sector Las Palmas (diciembre 2010)

Producto de los inventarios realizados, se calculó la presencia numérica de especies y el porcentaje de los individuos de cada especie en la parcela de muestreo. Con los 22 inventarios de vegetación se construyó el Cuadro 5 para representar la estructura fisionómica de las especies del bosque y o el matorral esclerófilo, ordenados por árboles, arbustos y hierbas o gramíneas, y su presencia.

Cuadro 5. Inventario de vegetación de las microcuencas Siete Hermanas y El Quiteño

N° de Inventario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Altitud x 10 metros	23	23	24	25	25	25	26	26	28	28	30	30	35	35	39	39	40	41	41	41	42	42
Exposición	W	S	W	E	WS	N	W	S	W	E	S	W	E	S	W	W	S	W	W	S	W	E
Pendiente (%)	5	5	10	10	20	10	15	15	20	20	20	20	15	15	10	10	20	20	26	26	15	15
Estrato Arbóreo																						
<i>Lithraea caustica</i>	4	2	1	10	14	3	1	2	7	8	2	1	4	1	2	1	2	2	-	1	2	3
<i>Cryptocarya alba</i>	-	-	-	-	1	2	1	3	3	7	1	*	2	*	-	-	-	1	-	-	1	3
<i>Peumus boldus</i>	-	-	-	-	1	2	*	2	3	2	-	2	*	*	1	1	2	-	2	-	1	1
<i>Quillaja saponaria</i>	-	1	2	1	3	1	7	1	6	2	-	1	2	-	-	-	3	-	1	1	2	1
<i>Schinus latifolius</i>	-	-	-	-	-	2	-	1	2	1	-	-	1	1	1	1	2	-	1	2	1	1
<i>Jubaea chilensis</i>	2	4	3	3	5	2	2	4	3	5	4	4	1	2	4	3	3	3	2	4	2	3
<i>Drimys winteri</i>	1	-	-	-	1	-	1	2	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
<i>Kageneckia oblonga</i>	2	1	-	2	-	2	-	1	1	1	2	-	-	-	1	1	2	-	2	1	1	1
<i>Myrceugenia obtusa</i>	2	1	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>Acacia dealbata</i>	-	-	-	-	3	1	-	1	1	1	1	2	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Azara celastrina</i>	1	1	2	1	-	-	1	1	2	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Estrato Arbustivo																						
<i>Adesmia louclonia</i>	5	2	4	3	1	2	1	1	-	-	2	2	3	3	2	2	-	-	2	2	2	3
<i>Adenopeltis serrata</i>	-	-	-	2	-	1	-	-	4	-	2	-	-	3	-	2	-	1	-	-	-	-
<i>Baccharis salicifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	7	9	12	4	-	-	1	13	9	12	10	-	-	-	-
<i>Baccharis linearis</i>	-	5	-	11	-	17	3	8	-	-	6	-	-	3	-	6	-	7	-	5	8	4
<i>Retanilla trinervia</i>	-	-	21	7	-	12	-	4	-	-	-	-	-	-	5	3	-	-	-	-	-	-

<i>Podanthus mitiqui</i>	-	-	-	-	9	4	-	7	6	-	2	-	7	-	6	-	3	-	4	-	-	3
<i>Senna stipulacea</i>	-	-	2	-	2	-	-	-	-	1	1	2	-	3	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Echinopsis chilense</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	3	-	-	-	1	1	2	1	1	2	3	1
<i>Puya chilensis</i>	-	-	1	-	2	-	1	-	2	-	3	3	2	-	2	-	3	4	3	2	-	2
<i>Escallonia pulverulenta</i>	-	-	2	-	1	-	2	1	1	-	-	2	-	-	2	-	-	-	1	1	1	1
<i>Eryngium paniculatum</i>																						
<i>Rubus ulmifolius</i>	5	3	6	-	3	2	3	2	1	1	2	3	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-
<i>Chusquea cumingii</i>	11	6	3	2	4	5	7	2	1	1	1	3	2	-	1	1	2	-	1	-	-	-
<i>Colliguaja odorifera</i>	-	-	-	3	2	-	1	1	2	-	-	-	-	-	2	1	-	1	1	1	1	1
<i>Cirsium vulgare</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	1	-	1	2	3	1	-	-	1	2	3	1
<i>Aristolelia chilensis</i>	1	1	2	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Teline monspessulana</i>	2	1	3	1	1	2	4	1	1	1	-	-	-	1	2	-	1	-	-	1	-	-
<i>Cestrum parqui</i>	4	2	1	3	1	-	-	-	2	3	1	1	1	2	-	-	3	3	1	2	-	1
<i>Puya berteroniana</i>	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	2	1	2	-	-	-	-	-	1	1	1	2
<i>Lobelia excelsa</i>	-	-	2	1	1	1	-	-	2	1	3	-	-	1	1	2	1	1	1	1	1	1
<i>Berberis actinacantha</i>	-	-	-	1	-	-	-	1	1	2	2	2	-	-	-	2	2	1	1	1	1	1
<i>Citronella mucronata</i>	1	1	-	1	-	2	-	-	-	-	1	2	1	2	1	1	2	-	-	-	-	-
<i>Oxalis rosea</i>	-	-	-	1	2	-	1	-	-	1	2	1	1	2	-	1	1	2	1	1	1	1
<i>Euphorbia peplus</i>	3	1	-	4	2	3	4	-	1	6	3	2	1	6	2	3	7	6	6	8	5	4
Estrato Herbáceo																						
<i>Calceolaria ascendens</i>	2	1	-	-	-	3	2	4	-	2	2	3	4	3	2	-	2	2	1	1	-	3
<i>Satureja gilliesii</i>	-	-	2	2	5	6	5	2	-	3	2	1	-	-	3	2	3	3	4	4	1	1
<i>Calceolaria hypericina</i>	-	-	1	1	2	1	3	2	1	-	3	3	-	2	4	4	3	3	-	-	2	2

<i>Triptilion spinosum</i>	1	2	3	1	-	-	3	-	-	2	-	1	2	2	3	3	4	3	1	-	3	4
<i>Fumaria capreolata</i>	-	-	2	1	2	2	2	-	1	3	3	2	1	1	2	2	1	2	1	-	2	1
<i>Eschscholzia californica</i>	1	1	1	3	2	1	-	-	-	2	-	-	1	2	1	2	3	3	3	-	1	2
<i>Adiantum excisum</i>	4	2	2	3	1	1	-	-	1	-	-	2	-	-	1	1	-	-	1	-	-	1
<i>Conium maculatum</i>	3	3	1	3	2	2	1	2	1	1	-	1	1	2	3	3	3	5	3	2	1	2
<i>Aristolochia chilensis</i>	3	3	2	3	1	1	3	2	1	-	1	1	2	1	2	-	-	-	-	1	-	-
<i>Leuceria cerberoana</i>	-	-	-	-	-	1	2	1	-	1	2	3	2	2	-	1	1	3	2	2	1	1
<i>Leucocoryne ixioides</i>	7	7	8	6	6	8	7	9	10	12	7	8	6	6	4	7	6	8	7	7	5	5
<i>Loasa tricolor</i>	5	5	4	1	3	2	6	3	-	-	2	1	11	1	-	2	2	1	2	2	3	5
<i>Nasella chiloensis</i>	7	6	6	7	5	5	5	4	6	3	7	11	4	4	3	2	2	3	3	2	1	3
<i>Marrubium vulgare</i>	2	2	3	4	3	3	2	2	1	2	1	2	2	2	2	-	1	-	1	2	-	2
<i>Margyricarpus pinnatus</i>	-	-	-	-	-	11	-	-	2	11	-	-	-	2	2	11	1	12	11	1	1	2
<i>Rhodophiala advena</i>	-	1	-	2	1	1	2	1	1	3	-	3	3	2	1	-	-	3	1	2	2	1
<i>Tropaeolum tricolor</i>	2	2	3	2	1	1	2	-	1	2	-	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Solenomelus pedunculatus</i>	-	-	2	2	3	4	4	5	5	4	3	2	-	-	2	2	2	1	2	2	1	1

Fuente: Elaboración de los autores a partir de datos tomados en el campo

En el Cuadro 5 se señala por el momento, la presencia constante que tiene la palma en todos los censos y destacar a su vez cuales son las especies predominantes de los estratos arbustivos y herbáceos que la acompañan y que siempre se queman casi en su totalidad. Esto no ocurre con *Jubaea chilensis*, pues siempre ha quedado en pie aunque su corteza se ha inflamado resistiendo a temperaturas superiores de los 600°C.

Estudios florísticos realizados en la zona durante estos últimos 10 años por Redon, (2003), Flores et al. (2008), y Contreras et al. (2011); identificaron un total de 241 taxas presentes, 7 determinadas a nivel de género y 234 a nivel de especie; lo que representaría el 10% de toda la flora mediterránea de Chile central y la cual alberga 2.400 especies vasculares (Arroyo et al, 1995). Es por ello que en el año 1999 estas microcuencas fueron declaradas como Santuario de la Naturaleza por el estado chileno.

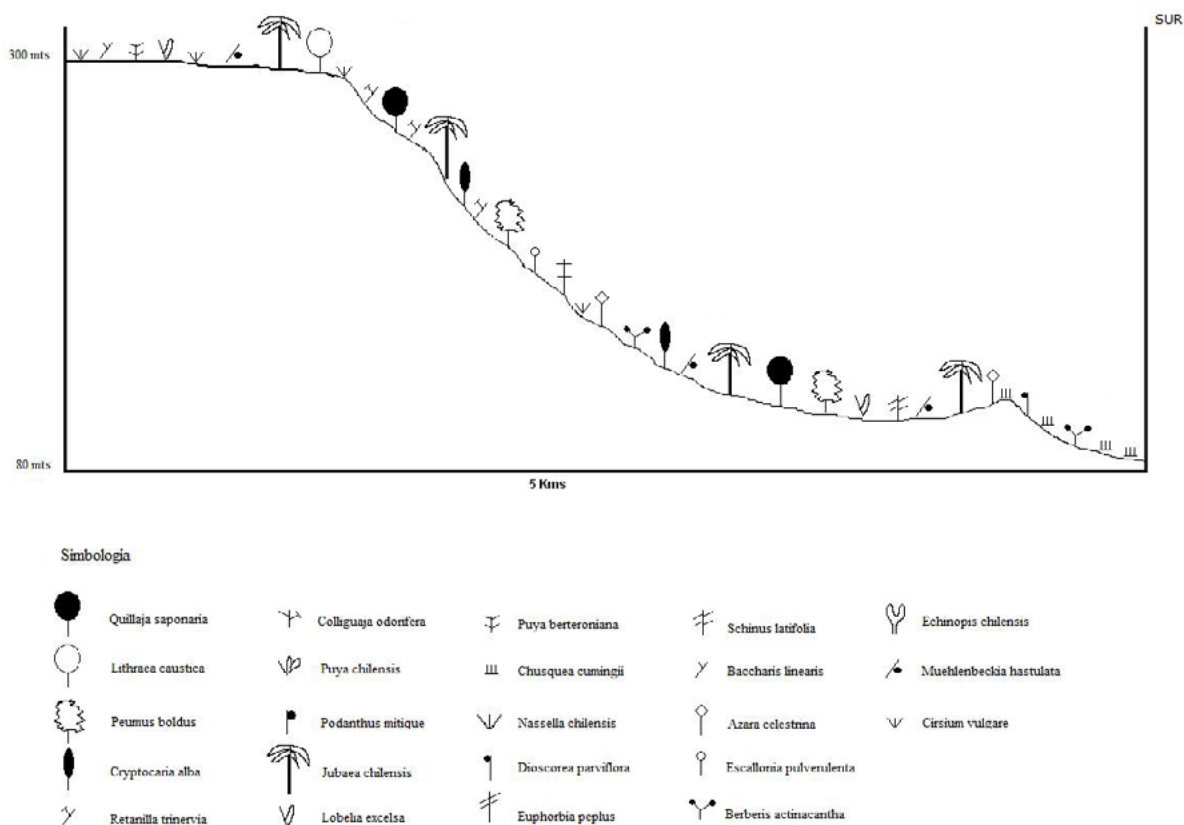
Además en el Cuadro 5 se presentan las especies más frecuentes que se encontraron en las microcuencas, de ellas sólo dos corresponden a especies introducidas (siendo muy abundantes) y consideradas como malezas por los botánicos: *Euphorbia pepus* L. y *Fumaria capreolata* L. sin embargo poseen una baja cobertura. Entre las especies endémicas presentes además de *Jubaea chilensis*, destacan *Myrceugenia obtusa* Juss. y *Adesmia louclonia* Hook et Am. que se encuentra en partes altas de las quebradas.

Por otra parte hay tres especies que poseen altos valores de importancia geobotánica y que corresponden a plantas típicas colonizadoras de lugares que ha sufrido perturbaciones por los incendios (Saiz y Villaseñor, 1987); (Quintanilla y Reyes, 1999); (Flores et al., 2008). Se trata de *Nassella chilensis* (Trin) E. Desv., hierba nativa que ocupa gran cobertura en el palmar y que corresponde a una de las especies que identifican fisonómicamente a la agrupación, y luego *Chusquea cumingii* Nees bambúsea que crece hasta 4 metros en el fondo de las microcuencas y un tanto más bajas y acojinadas en las laderas. También se encuentra el arbusto espinoso *Retanilla trinervia* Miers que es un deciduo de verano (Imágenes 4 y 5).

Se ha inventariado sólo un bajo porcentaje de especies introducidas, sobre todo algunas hierbas que se comportan como especies altamente combustibles (Contreras, 2009)

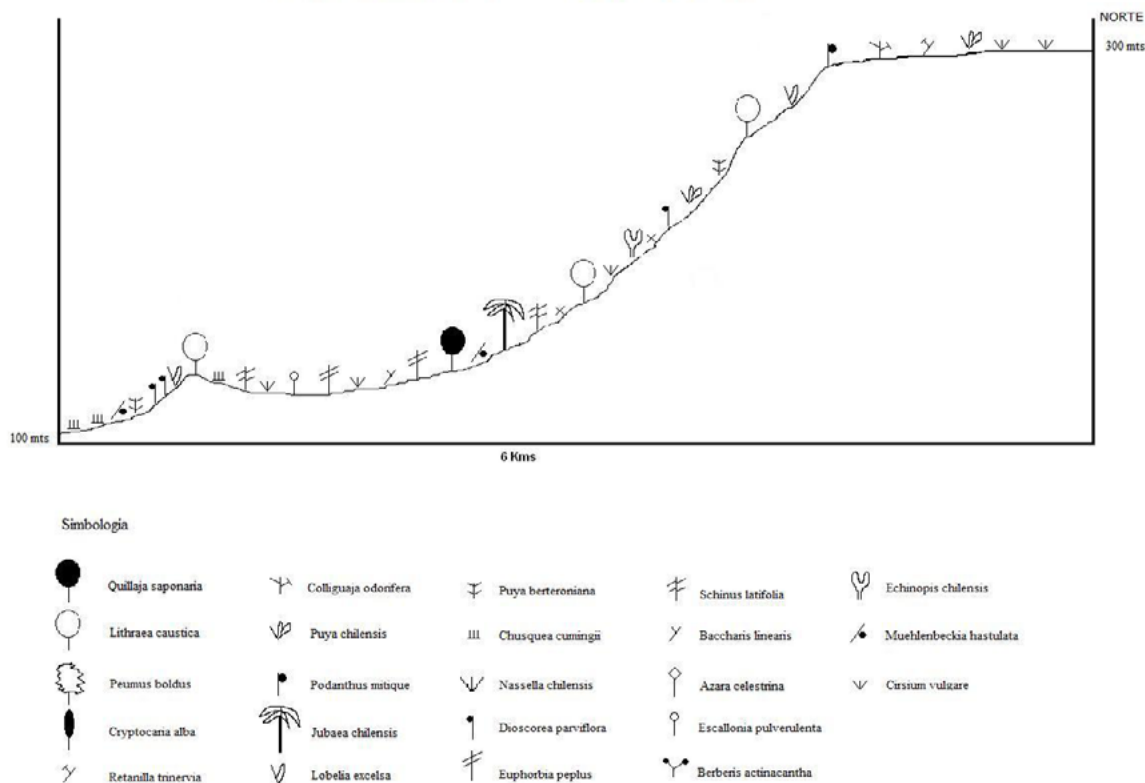
Según el Libro Rojo para la Región de Valparaíso de la CONAF (Corporación Nacional Forestal) (2005) y Flores et al. (2008) en este santuario de la naturaleza denominado Palmar El Salto, se encuentran 9 especies de plantas amenazadas, la mayoría en la categoría de vulnerables.

Imagen 4. Perfil vegetal de microcuenca El Quiteño



Fuente: elaboración de los autores

Imagen 5. Perfil vegetal de microcuenca Las Siete Hermanas



Fuente: elaboración de los autores

Como antes se ha señalado, estos sectores periféricos de la conurbación Valparaíso-Viña del Mar han recibido muchas perturbaciones. Desde comienzos de la década de 1960 en sectores ribereños del Lago Peñuelas en el sureste de Valparaíso se iniciaron las plantaciones arbóreas exóticas de *Pinus sylvestris* y *Eucalyptus globulus*. Estos bosques prácticamente ahogaron a las palmas chilenas próximas a esos sectores y además, pasaron a ser elementos vegetales con alto riesgo de combustibilidad y por lo cual numerosos incendios estivales se expandieron hacia las microcuencas de El Salto y El Quiteño, quemando muchas palmas chilenas (Imágenes 6 y 7).

Imagen 6. Palmares cercanos al aeródromo de rodellillo, afectados por los fuegos.
 Sector quebrada las siete hermanas



Fuente: Castillo M. Sector el rodellillo (enero 2006)

Imagen 7. Ladera oriental de quebrada El Quiteño quemada durante el verano del año 2007



Fuente: fotografía de los autores. Sector El Quiteño (febrero 2007)

Imagen 8. El desarrollo de procesos erosivos no están ausentes en las microcuencas, afectando la estabilidad de *Jubaea chilensis*



Fuente: fotografía de los autores. Sector las siete hermanas (diciembre 2011).

Después del año 1980 se inicia casi una expansión explosiva de la población de las ciudades de Valparaíso y Viña del Mar, intensificándose la ocupación de laderas y cimas de colinas y también la apertura de caminos.

Se va construyendo prácticamente en cada lugar donde es posible levantar una vivienda, lo cual se logra socavando la tierra y llenando las quebradas o microcuencas, la mayoría precarias donde

viven familias numerosas (Quintanilla y Lienlaf, 2001). Esta expansión humana sobre los palmares ha sido funesta para su desarrollo y conservación. Además por el sector de la periferia de las ciudades que rebasan a veces a las colinas, se han arrojado toneladas de basura, escombros y tierra de desecho a las quebradas invadiendo sectores del palmeral. La construcción de una autopista y el ducto de gas para Viña del Mar, arrasaron con cientos de hectáreas incluyendo la destrucción de más de 80 palmeras (Información verbal de la CONAF (Corporación Nacional Forestal)). Por otra parte, no pocas especies introducidas adquieren aquí el carácter de invasoras al desarrollarse después de los incendios (Contreras et al., 2011).

Los fuegos han hecho desaparecer, y en parte, han cambiado el cortejo florístico que acompaña a estas palmas, dejando muy expuesto los suelos a la erosión durante la época de lluvias (Imagen 8).

4. Conclusiones

Actualmente en Chile es bastante común observar que ecosistemas de gran valor ecológico y biodiversidad, y sobre todo, ubicados próximos a concentraciones urbanas o espacios rurales, se encuentren altamente expuestos a riesgos de fuerte alteración e incluso de extinción.

El análisis temporal realizado tanto con la aplicación de NDVI como con los registros de los fuegos en la región de Valparaíso, manifiesta una importante presión hacia los ecosistemas costeros en las últimas décadas, que ha permitido identificar las áreas con mayor intervención o más vulnerables de acuerdo con la densidad de incendios, que coinciden lamentablemente con las quebradas periféricas de las ciudades de Valparaíso y Viña del Mar, donde quedan testimonios de agrupaciones vegetales azonales. En estos sectores se asiste a una cadena de profundos cambios regresivos del ecosistema vegetal que incluso han afectado a los suelos, produciéndose fenómenos de deslavamiento superficial y graves procesos erosivos en varios sectores.

No obstante la resistencia al fuego que ha demostrado *Jubaea chilensis*, muchos de los ejemplares que van quedando están en situación de riesgo permanente, puesto que al desarrollarse en pendientes muy pronunciadas y cuyo cortejo florístico acompañante se reduce con cada incendio, las palmas quedan expuestas a la erosión haciéndolas perder estabilidad y desplomarse.

En un mediano plazo se percibe que la presión demográfica seguirá aumentando de manera constante, si los proyectos inmobiliarios en perspectiva para estas áreas presionan u obtienen los permisos para transformar parte importante de estos espacios donde vive una palma, que además posee un gran valor ornamental.

Según los cronistas del siglo XVIII estos sectores constituían agrupaciones densas de vegetación nativa con predominancia de bosque esclerófilo húmedo, el que posteriormente en gran parte ha retrocedido al estado de matorral esclerófilo y que no solo se ha ido alterando sino que también ha recibido la introducción de especies alóctonas. Por ejemplo se observan en las laderas de solana, un cardo invasor (*Cirsium vulgare*) y en el fondo de las quebradas la gran expansión que ha tenido *Chusquea cumingii*. Por otra parte el avance de *Retanilla trinervia* es notorio actualmente inclusive en sectores de sotobosque. Así el bosque esclerófilo proporcionaba un hábitat adecuado y protector a la palma chilena. En la medida en que se ha reducido y transformado este bosque, sobre todo por los incendios, *Jubaea chilensis* queda más vulnerable en su conservación y recuperación. Se considera grave constatar que durante casi el decenio en que se ha trabajado en estas cuencas, nunca se ha encontrado un rebrote de palma chilena.

Los continuos incendios forestales de verano en las vertientes occidentales de la cordillera de la costa en Chile Mediterráneo donde habita la palma chilena, están transformando y haciendo más frágil su hábitat. Así el matorral esclerófilo acompañante se va degradando y fragmentando, a la vez éste en gran parte es invadido por muchas plantas introducidas que adquieren el carácter de invasoras.

La presión urbana y de obras viales en constante avance y responsable a su vez de la mayoría de los incendios, es hoy día el mayor peligro que amenaza a *Jubaea chilensis*, por cuanto desgraciadamente a esta especie aún no se la declara monumento nacional en el país.

5. Agradecimientos

Al Proyecto DICYT-USACH N° 91212 QP de la Universidad de Santiago de Chile, USACH, a la CONAF (Corporación Nacional Forestal) y a los colaboradores del proyecto Emmanuel Olguín y Carolina Santelices.

6. Referencias bibliográficas

- Arroyo, Mary; Cavieres, Lohegrin; Marticorena, Clodomiro y Muñoz, Melica (1995). "Convergence in the Mediterranean floras in Central Chile and California": Insights from comparative Biogeography. In: Arroyo, Mary. T.R.,P.H. Zedler y M.D.Fox (Eds.) *Ecology and Biogeography of Mediterranean Ecosystems in Chile, California and Australia*. New York: Springer Verlag, Ecological Studies 108:43-88
- Braun-Blanquet, Jean (1979). *Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid: Ediciones Blume.
- Carracedo, Virginia; Diego, Concepción; García, Juan Carlos (2009). *Los incendios forestales*. Barcelona: Nueva Geoambiente XXI.
- Castillo, Miguel (2006). *El cambio del paisaje vegetal afectado por incendios en la zona mediterránea de costera de la Va Región*. Santiago: Tesis Magíster Geografía. Universidad de Chile.
- Castillo, Miguel; Julio, Guillermo y Garfias, Roberto (2010). "Análisis estadístico de incendios forestales en el período 1976-2006 en la región Mediterránea". *Informe técnico del Proyecto FONDECYT N° 1095048*.
- Caviedes, César (1973). *Geomorfología del cuaternario del valle de Aconcagua. Chile central*. Freiburg: Geographische Hefte Freiburg I. Br.
- CONAF (Corporación Nacional Forestal) (2005). *Libro rojo de la región de Valparaíso*. Valparaíso: CONAF (Corporación Nacional Forestal).
- CONAF (Corporación Nacional Forestal) (2013). *Registros del Sistema Nacional Estadístico de Manejo del Fuego*. Depto. Protección contra Incendios Forestales. Santiago: CONAF (Corporación Nacional Forestal).
- Contreras, Tomás (2009). *La data de quema de los suelos afecta a la biomasa de hierbas naturalizadas en el matorral de Chile central*. Valparaíso: Tesis de grado Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Contreras, Tomás; Figueroa, Javier y Abarca, Luis (2011). "Fire regimen and spread of plants naturalized in central Chile". *Revista Chilena de Historia Natural*, 84, 307-323.
- Corti, Dante y Castro, Roberto (2009). "Fire Danger, Fire Detection, Quantification of Burned Areas and Description of Post-Fire Vegetation in the Central Area of Chile". In: Chuvieco, Emilio (Ed.). *Earth Observation of Wildland Fires in Mediterranean Ecosystems*. New York: Springer Verlag, 55-69.
- Elortegui, Sergio y Moreira, Andrés (2002). *Parque Nacional La Campana. Origen de una reserva de la Biosfera en Chile Central*. Santiago: Taller La Era.
- Flores, Lorena y Aguirre, Francisco (2008). "Riqueza florística del Santuario de la Naturaleza Palmar El Salto, Viña del Mar, Región de Valparaíso, Chile". *Gayana, Botánica*, 65 (1), 33-45.
- Gajardo, Roberto (1994). *Las formaciones vegetales de Chile*. Santiago: CONAF (Corporación Nacional Forestal).
- Grau, Juan (2004). *Palmeras de Chile*. Santiago: Ediciones Oikos Ltda.
- Julio, Guillermo (1990). "Diseño de índices de riesgo de incendios forestales para Chile". *Bosque*, 11 (2), 59-72.
- Julio, Guillermo (2009). *Fundamentos del Manejo del Fuego*. Santiago: Escuela de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.
- Lourenço, Luciano (2004). *Riscos de erosao apos incendios florestais*. Coimbra: NICIF-Universidad de Coimbra.
- Luzio, Walter (2010). *Suelos de Chile*. Santiago: Universidad de Chile.
- Mauro, Álvaro (2006). *El sistema climático. Aspectos físicos del clima*. Valparaíso: Universidad de Valparaíso.
- Möder, Luis; Rojas, Osvaldo y González, Luis (1997). "Reestudio de los límites propuestos para creación del área Palmar El Salto como Santuario de la Naturaleza". *Informe técnico n°15/97. U.G, Patrimonio Silvestre CONAF (Corporación Nacional Forestal) V Región*.
- Pérez Cabello, Fernando y Ibarra, Paloma (2004). "Procesos de regeneración vegetal en comunidades incendiadas (Prepirineo Oscense)". *Geographicalia*, 46, 56-71.
- Quintanilla, Víctor (1976). "La carta bioclimática de Chile central". *Revista Geográfica de Valparaíso*. 7, 28-37.
- Quintanilla, Víctor (1983). *Biogeografía de Chile*. Santiago: Instituto Geográfico Militar de Chile.
- Quintanilla, Víctor y Castro, Roberto (1998). "Seguimiento de las cubiertas vegetales postincendios en la zona mediterránea costera de Chile". *Serie Geográfica*. 7, 147-154.
- Quintanilla, Víctor (1999). "Los incendios de vegetación en el cordón costero de Chile Central. El apoyo de la cartografía para su gestión en la prevención y análisis". *Universidad de Santiago de Chile*, 120, 1-28.

- Quintanilla, Víctor y Reyes, Carla (1999). "Modificaciones por efecto del fuego en el bosque esclerófilo de quebradas húmedas de Chile central y su incidencia en la palma chilena". *Revista Geográfica de Chile*, 44, 7-18.
- Quintanilla, Víctor y Lienlaf, Marcos (2001). "Degradación de quebradas de gran valor geobotánico en cuencas costeras de la Va Región: Chile central". *Revista Geográfica de Chile*. 46, 79-97.
- Quintanilla, Víctor y Castillo, Miguel (2009). "Degradación de la palma más austral del mundo acelerada por fuegos estivales en cordones litorales de Valparaíso y Viña del Mar (32°50'-33°02'S) un caso sostenido de perturbación del paisaje". *Investigaciones Geográficas*, 41, 41-59.
- Quintanilla, Víctor y Morales, Mauricio (2012). "Degradación de microcuencas de gran valor geobotánico en la zona costera mediterránea de Chile. Antecedentes para restauración ecológica". *Geographicalia*, 61, 67-69.
- Quintanilla, Víctor; Cadiñanos, José Antonio; Latasa, Igor y Lozano, Pedro José (2012a). "Aproximación biogeográfica a los bosques del área mediterránea de Chile. Caracterización e inventario". *Boletín Asociación de Geógrafos Españoles*. 60, 95-118.
- Quintanilla, Víctor; Lourenço, Luciano y Henríquez, Susete (2012b). "Regeneración de la vegetación y riesgo de erosión por incendios forestales. Estudio de casos en países mediterráneos". *Territorium*, 19, 111-119.
- Redon, Jorge (2003). "Flora y vegetación de la cuenca del Estero de Viña del Mar". *Cuadernos de investigación*, 2, 1-60.
- Saiz, Francisco y Villaseñor, Rodrigo (1987). "Incendios forestales en la V° región". *Archivos Biológicos de Medicina*, 20, 46-57.
- Sanhueza, Patricio (2001). "Fire situation in Chile. In: Global forest fire assessment 1990-2000". Galdames, Jorge (Ed.). *Forest Resources Assessment*. Roma: FAO, 68.
- Tarrega, María y Luis, Ernesto (1992). *Los incendios forestales en León*. Santiago de Compostela: Universidad de León.
- Trabaud, Louis (1983). "Risques d'incendies et accroissement de la végétation dans la région méditerranéenne française". *Rev. Gen. Sécurité* 25, 41-46.
- Trabaud, Louis (1989). *Les feux de forêts, mécanismos, comportement et environnement*. Montpellier: Selectio. Aubervilliers.
- Yokens, Carlos (2001). *Evolución espacial del patrón térmico superficial y su relación con las coberturas espaciales de uso de suelo y cobertura vegetal*. Santiago: Memoria para optar al Título de Geógrafo, Escuela de Geografía. Universidad de Chile.

Sobre los autores

VÍCTOR GUILLERMO QUINTANILLA PÉREZ

Geógrafo, Doctor en Ciencias Naturales de la Universidad de Grenoble (Francia). Posdoctorado en Cartografía de la Vegetación Universidad de Toulouse (Francia). Catedrático de la Universidad de Santiago de Chile en Departamento de Ingeniería Geográfica; y catedrático de la Universidad de Chile en el Departamento de Geografía. Autor de 3 libros y de un centenar de publicaciones de nivel internacional. Sus líneas de investigación están orientadas a la Biogeografía, a la alteración de los Ecosistemas mediterráneos y templados, a la restauración ecológica y a las alteraciones de los fuegos sobre los ecosistemas vegetales.

MAURICIO FABIÁN MORALES CONSTANZO

Geógrafo de la Universidad de Chile y candidato a Magíster en Medio Ambiente, Mención Gestión y Planificación Ambiental del Territorio en la Universidad de Santiago de Chile. Se ha desempeñado en diversos trabajos de investigación dentro del área de la Biogeografía y ecología de Bosques, y además dentro del ámbito privado en consultoría ambiental. Además tiene un amplio dominio en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Percepción Remota (Teledetección).