

**FACULTAD DE
CIENCIAS AGRONÓMICAS
Y DE LOS ALIMENTOS**



**PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO**

TALLER DE TÍTULO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Diversidad y composición de briófitas en cultivos del palto con distinto manejo agronómico y el bosque esclerófilo aledaño en Chile central.

VICTORIA GABRIELA GONZALEZ WILKENDORF

QUILLOTA, CHILE

2018

Índice

Resumen	1
Definición del problema u oportunidad	1
Hipótesis	4
Objetivos	4
General:	4
Específicos:	4
Estado del arte	5
Metodología	8
Área de estudio.	8
Diseño experimental.	9
Muestreo, secado e identificación.	10
Análisis estadísticos.	11
Bibliografía	13
Plan de Trabajo	16
Resultados esperados	17

Resumen

A nivel mundial se conoce el efecto de la agricultura sobre la biodiversidad por el cambio del uso de suelo, siendo este factor la principal amenaza a la diversidad y composición de briófitas, sin embargo, no se ha establecido una relación entre el tipo de cultivo y su efecto sobre la comunidad de briófitas.

En Chile el conocimiento de las briófitas y su estado de conservación está poco documentado y la información disponible se encuentra acotada a la zona sur, especialmente al bosque templado y las turberas, conocimiento impulsado principalmente por su valor económico. En el caso de la zona central, existen algunos estudios enfocados principalmente en la descripción de las especies.

Este proyecto busca comparar la diversidad y composición de briófitas existente entre el cultivo de palto y el bosque esclerófilo de Chile central. Se evaluarán tres ambientes, el cultivo tradicional de palto, cultivo orgánico de palto y un ambiente silvestre correspondiente al bosque y matorral esclerófilo.

La diversidad de briófitas epífitas de los árboles de cada ambiente será analizada mediante un modelo lineal generalizado mixto y la diversidad en el suelo de los ambientes mediante un modelo lineal generalizado y la similitud de composición de briófitas de cada especie arbórea será analizada mediante el índice de Morisita –Horn.

Definición del problema u oportunidad

La actividad humana, en particular la agricultura, por el cambio de uso de suelo, es reconocida como una amenaza a la biodiversidad (Sala 2000; Zechmeister et al. 2003). En este contexto, la relación directa que existe entre el aumento de la intensidad del uso de suelo y la disminución de diversidad de briófitas ha sido ampliamente documentada (Jukoniené et al. 2012).

Las briófitas responden rápidamente a los cambios ambientales, como los cambios en el gradiente de pH (Pereira et al. 2014; Degtjarenko et al. 2016), en el gradiente de humedad y niveles de fertilización (Virtanen et al. 2017), cambios de temperatura y nutrición del sustrato en el que se encuentran (Dittrich et al. 2016).

Los cultivos agrícolas de hortalizas y cereales involucran una alta intensidad de uso de suelo (Zechmeister et al. 2003), además de alto número de aplicaciones de agroquímicos (Newmaster et al. 1999) y fertilizantes (Virtanen et al. 2017) afectando directamente la diversidad y composición de briófitas.

La zona central de Chile posee un alto nivel de endemismo (Myers et al. 2000) en briófitas (Rozzi et al. 2008), como las especies recientemente descritas *Costesia macrocarpa*, *Anastrophyllum involutifolium*, *Fissidens berteri* para la Región Metropolitana y *Syntrichia flagellaris* para la Región de Valparaíso, entre otras (Cuvertino et al. 2012). Sin embargo, el aumento de la superficie agrícola y el constante crecimiento de las zonas urbanas (Schulz et al. 2010) amenazan el estado de conservación de éstos (Cuvertino et al. 2012).

Además de su alto grado de endemismo, la Región de Valparaíso posee una superficie agrícola que alcanza las 49.618,82 ha cultivadas, de las cuales 19.135 hectáreas corresponden a cultivo del palto (*Persea americana*, Lauraceae; Odepa. 2017).

Una vez que el cultivo de palto se ha establecido no genera gran perturbación en el suelo, ya que, no exige un alto nivel de labranza. Sin embargo, durante la temporada se realiza una serie de aplicaciones de plaguicidas, reguladores de crecimiento y fertilizantes (Ureña 2009), las cuales podrían tener efecto sobre diversidad y composición de briófitas.

Respecto al efecto de la agricultura sobre la diversidad de briófitas, no se encuentran estudios que definan de manera concreta el tipo de cultivo establecido, la mayoría se refiere a la agricultura en general (Zechmeister et al. 2003).

En Chile, la investigación de briófitas se ha enfocado principalmente a la zona sur del país, en ambientes naturales como turberas y bosques templados, sin considerar el efecto de los cambios generados por el desarrollo antropológico (Smith-Ramírez et al. 2007; Larraín 2016; León et al. 2016).

Considerando que la principal actividad agrícola de la Región de Valparaíso es el cultivo del palto con una superficie que alcanza las 19.135 hectáreas (Barrios 2017), superficie que tiende a crecer exponencialmente desde 1996 (Armesto et al. 2010), buscamos conocer cuál es el efecto de este cultivo sobre la diversidad y composición de la briófitas de la zona, sabiendo que esta información puede usarse para conocer el nivel de conservación que existe en los ambientes aledaños a la explotación agrícola.

Hipótesis

Se espera que la diversidad de briófitas disminuya entre el bosque y el cultivo del palto y en particular, el cultivo de palto con manejo tradicional.

Se espera una mayor similitud de composición de briófitas entre los árboles del bosque esclerófilo que el cultivo de palto.

Objetivos

General:

Evaluar la diversidad y composición estacional de briófitas entre el cultivo de palto con distintos manejos agronómicos y el bosque esclerófilo de Chile central.

Específicos:

1. Comparar la diversidad de briófitas epífitas, en huertos de palto orgánico y tradicional y lauráceas arbóreas del bosque esclerófilo de Chile central.
2. Comparar la diversidad de briófitas del suelo en huertos de palto orgánico y tradicional y el bosque esclerófilo de Chile central.
3. Comparar la composición de briófitas epífitas en huertos de palto orgánico y tradicional y en árboles del bosque esclerófilo de Chile central.

Estado del arte

A nivel mundial la pérdida de biodiversidad como consecuencia de actividades antropogénicas ha sido el foco de atención del último tiempo (Luck 2007), el cambio de uso de suelo y el cambio climático son consecuencias atribuidas al desarrollo antropogénico (Chapin et al. 2000; Vellend et al. 2017).

El cambio de uso de suelo por el avance de la frontera silvoagropecuaria y urbana es la mayor amenaza a la biodiversidad ya que genera pérdida y fragmentación del ecosistema, además de la introducción de especies exóticas, y la consecuente invasión de éstas en los espacios naturales (Zechmeister et al. 2003; Butler et al. 2007; Ellis et al. 2012; Vellend et al. 2017).

Las zonas mediterráneas del planeta se caracterizan por su biodiversidad y alto porcentaje de especies endémicas, sin embargo, también albergan los principales asentamientos humanos (Underwood et al. 2009), y son importantes zonas agrícolas (Shackelford et al. 2015). Como consecuencia más del 75% de la superficie original ha sido reemplazada (Ellis et al. 2012), y por ello, son categorizadas en su mayoría, como áreas de importancia global para la conservación de especies (Myers et al. 2000).

En Chile el desarrollo de las actividades humanas ha seguido un camino similar donde la expansión urbana en la capital del país ha alcanzado un promedio de 1772 hectáreas al año (Schulz et al. 2010; de la Barrera and Henríquez 2017). Esta zona alberga la mayor diversidad de especies de plantas vasculares a nivel nacional con un alto número de especies endémicas (Myers et al. 2000; Rozzi et al. 2008). Sin embargo, cuenta con un alto número de especies endémicas no vasculares (Larraín et al. 2009; Cuvertino et al. 2012), muchas de ellas aún no descritas (Rozzi et al. 2008).

Las briófitas, son especies no vasculares de pequeño tamaño, por lo tanto, no poseen mecanismos de movilización de agua y nutrientes, ni raíces absorbentes, sino un órgano de sujeción llamado rizoides. Este grupo no forman flores ni frutos y son fotosintéticamente activos (Hallingbäck and Hodgetts 2001; Ardiles et al. 2008). Estas características los hacen particularmente vulnerables a los cambios ambientales como son la contaminación del aire y del agua, gradientes ambientales de temperatura, pH y

humedad, la deforestación, la urbanización, las extracciones mineras, el pastoreo y la agricultura intensivos entre otros (Hallingbäck and Hodgetts 2001; Zechmeister and Moser 2001; Zechmeister et al. 2003; Degtjarenko et al. 2016).

Las briófitas cumplen una serie de roles o funciones dentro del ecosistema, como la retención del agua, ya que son capaces de acumular el agua en sus estructuras y retenerla para luego, liberarla lentamente al ambiente, aportando al ciclo hídrico de los bosques, además de proteger al suelo de la erosión. (Hallingbäck and Hodgetts 2001; Gao et al. 2017).

Sin embargo, la mayoría de los estudios acerca del comportamiento de las briófitas, su ubicación, utilidad económica y caracterización, están enfocados principalmente a briófitas de zonas templadas como turberas y bosques (Hallingbäck and Hodgetts 2001). Chile no es la excepción con muchos estudios realizados en los bosques templados del sur (Rozzi et al. 2008; Díaz et al. 2010; Larraín 2016; León et al. 2016) , y muy pocos trabajos en la zona mediterránea, lugar de mayor influencia antrópica, con excepciones enfocadas a la descripción de nuevas especies (Larraín et al. 2009; Cuvertino et al. 2012).

La zona mediterránea de Chile central se caracteriza por su biodiversidad y porcentaje de especies endémicas en relación al resto del territorio (Myers et al. 2000). Sin embargo, alberga una proporción importante de las briófitas de Chile (Hallingbäck and Hodgetts 2001; Rozzi et al. 2008), así como también concentra la actividad antrópica como la agricultura. De manera particular la agricultura en esta zona alcanza el 73,26% de las hectáreas totales cultivadas en Chile (i.e. 245.984,74 hectáreas, considerando la superficie de las regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y El Maule) (Barrios 2017)

La agricultura se considera uno de los agentes de degradación más influyentes sobre las briófitas, ya sea por el cambio en la nutrición del suelo (Dittrich et al. 2016) (Falkengren-Grerup et al. 2006; Virtanen et al. 2017; Kopittke et al. 2017) la aplicación de herbicidas (Newmaster et al. 1999) o la intensidad de uso de suelo (Zechmeister and Moser 2001; Zechmeister et al. 2003).

Uno de los cultivos con más desarrollo en la Región de Valparaíso, es el palto (*Persea americana*, Lauraceae), con una superficie total de 19.135 hectáreas (Barrios 2017). Especie emparentada con especies frecuentes en el bosque y matorral esclerófilo de Chile central como el peumo (*Cryptocariya alba*), belloto del norte (*Beilschmedia miersii*) y lingue (*Persea lingue*). Si bien es un cultivo que no cuenta con una alta intensidad de uso de suelo, si contempla un alto número de aplicaciones de plaguicidas (i.e. al menos 2 aplicaciones mensuales) y fertilizantes dentro de la temporada (Cuatro Palmas S.A. 2017), los cuales podrían tener un efecto negativo sobre la composición de briófitas.

Metodología

Área de estudio.

El estudio se realizará en tres distintos ambientes ubicados entre las provincias de Marga Marga y Quillota en la Región de Valparaíso, Chile. Los ambientes incluyen huertos de palto de la variedad Hass con dos distintos manejos agronómicos y el bosque y matorral esclerófilo.

Los distintos manejos agronómicos en el cultivo del palto incluyen huertos con manejo tradicional y huertos con manejos orgánicos.

En cuanto a la ubicación espacial de cada huerto de palto, se seleccionarán huertos (ambos tipos de manejo) que estén ubicados en el valle central y que estén contiguos a la ladera oriental de la Cordillera de la Costa, la cual posee extensas áreas de bosque y matorral esclerófilo de Chile central.

Diseño experimental.

En relación con el objetivo específico N°1 de Comparar la diversidad de briófitas epífitas, en paltos con manejos tradicional y orgánico y lauráceas arbóreas del bosque esclerófilo de Chile central, se realizará lo siguiente:

Para cada tipo de ambiente (i.e. huertos con manejo orgánico y tradicional y fragmentos de bosque y matorral esclerófilo de la ladera oriental de la Cordillera de la Costa), se seleccionarán 5 áreas o predios en el caso de los huertos de palto, de manera de representar la zona.

En cada área de cada tipo de hábitat (i.e. huertos de palto con manejo orgánico y tradicional y fragmentos de bosque y matorral esclerófilo), se seleccionarán 15 árboles de palto y 15 árboles de la familia de las Lauráceas del bosque y matorral, considerando 5 individuos de peumo (*Cryptocarya alba*), 5 de belloto del norte (*Beilschmiedia miersii*) y 5 de lingue (*Persea lingue*) (Mellado-Mansilla et al. 2017).

En cada árbol seleccionado se establecerá desde la base del tronco hasta la altura de 2 m un transecto con 3 cuadrantes, los cuales consisten en una cuadrícula de 20 cm² que se dispondrán a los 0m, 1m y 2 m de altura del tronco. Los cuadrantes serán establecidos en la cara de orientación sur del tronco (Mellado-Mansilla et al. 2017).

De cada cuadrante se colectarán todas las briófitas presentes, para su traslado al laboratorio de Ecología de la Escuela de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, para su posterior identificación de las especies y determinación de la biomasa por especie en base a peso seco, la cual se utilizará como medida de abundancia.

Con relación al objetivo específico N°2 de Comparar la diversidad estacional de briófitas en el suelo del cultivo de palto con y sin manejo de herbicidas y el bosque esclerófilo de Chile central, se realizará lo siguiente:

Utilizando las mismas áreas y/o predios de cada tipo de ambiente anteriormente descritos para el objetivo específico N°1, en cada área se procederá a muestrear las briófitas del suelo en 15 puntos distribuidos al azar en el cual se dispondrá una cuadrícula de 50 cm² (Jiang et al. 2011), ubicadas a una distancia mínima de 1 metro de un tronco. De cada cuadrante se colectarán todas las briófitas presentes, para su traslado al laboratorio de Ecología de la Escuela de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, para su posterior identificación de las especies y determinación de la biomasa por especie en base a peso seco, la cual se utilizará como medida de abundancia.

Con relación al objetivo específico N°3 de describir y analizar cambios en la composición de briófitas en troncos de árboles en el cultivo del palto con y sin manejos de herbicida y árboles de la familia de las Lauráceas del bosque esclerófilo de Chile central, se realizará lo siguiente:

Se utilizarán las mismas muestras obtenidas en el objetivo específico N°1 para cada ambiente, sin embargo, en el caso de los fragmentos de bosque y matorral, a los 25 individuos de cada especie ya recolectadas (i.e. peumo, lingue y belloto del norte) se adicionará 25 individuos de quillay (*Quillaja saponaria*, Quillajaceae) en cada área, de

manera de tener una especie nativa no emparentada con el palto. El protocolo de muestreo es similar al objetivo específico N°1

Muestreo, secado e identificación.

Las muestras de briófitas serán extraídas utilizando un cuchillo, con el fin de tomar parte del sustrato en que se encuentren los individuos. Se dispondrán en bolsas de papel con dimensiones de 10 cm², para su traslado a laboratorio. Se debe identificar cada sobre con número de la muestra, localidad, fecha, y datos del ambiente. (Ardiles et al. 2008)

Las muestras serán identificadas taxonómicamente con la ayuda del Dr. Juan Larraín, experto en briófitas del instituto de Biología de la Pontificia universidad católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile.

Después de la identificación taxonómica las muestras serán secadas en estufa a 20°C durante 24-36 horas, en estas condiciones las muestras pueden ser almacenadas indefinidamente (Wehr et al. 1983). En este punto se medirá el peso seco de cada muestra.

Análisis estadísticos.

A partir de los resultados obtenidos para los objetivos N° 1 y 2 (i.e. para troncos y el suelo) y en cada estación año muestreadas, se estimará la diversidad de briófitas utilizando el índice de Shannon-Wiener el cual consiste en:

$$H' = - \sum P_i * \ln P_i$$

Donde:

H= índice de Shannon- Wiener

P_i= Riqueza de musgos

Ln= Logaritmo natural

Para cuantificar diferencias estadísticas en la diversidad de briófitas de troncos (i.e. huertos de palto con manejo orgánico y tradicional y fragmentos del bosque y matorral esclerófilo) se utilizará un Modelo Lineal Generalizado Mixto (GLMM), donde la variable respuesta será la diversidad (i.e. índice de Shannon-Wiener) y la variable

explicatoria fija será, el tipo de ambiente, y como variable aleatoria será la especie de Lauraceae (i.e., palto, peumo, lingue y belloto del norte).

Para cuantificar diferencias estadísticas en la diversidad de briófitas del suelo en cada ambiente (i.e. huertos de palto con manejo orgánico y tradicional y fragmentos del bosque y matorral esclerófilo) se utilizará un Modelo Lineal Generalizado (GLM), donde la variable respuesta será la diversidad (i.e. índice de Shannon-Wiener) y las variable explicatoria fija será, el tipo de ambiente.

Para determinar la similitud en la composición de briófitas en los troncos en los distintos ambientes y especies, usando los datos obtenidos se realizará una matriz de riqueza y abundancia (obtenida como peso seco) y la similitud se calculará utilizando el índice de similitud de Morisita-Horn (Moreno 2001), el cual consiste en:

$$IM - H = \frac{2 \sum (a_{ni} \times b_{nj})}{(d_a + d_b) aN \times bN}$$

Donde:

IM – H Índice de similitud Morisita-Horn

a_{ni} : número de individuos de la i-ésima especie en el sitio A

b_{nj} : número de individuos de la j-ésima especie en el sitio B

$$d_a = \frac{\sum a_{ni}^2}{aN^2}$$

$$d_b = \frac{\sum b_{nj}^2}{bN^2}$$

aN = número total de individuos en el sitio A

bN = número total de individuos en el sitio B

Bibliografía

- Ardiles V, Cuvertino J, Osorio F (2008) Briófitas de los Bosques Templados de Chile Una introducción al mundo de los musgos, hepáticas y antocerotes
- Armesto JJ, Manuschevich D, Mora A, et al (2010) From the Holocene to the Anthropocene: A historical framework for land cover change in southwestern South America in the past 15,000 years. *Land use policy* 27:148–160. doi: 10.1016/j.landusepol.2009.07.006
- Barrios LY (2017) Ficha nacional. Información nacional 2017. http://www.odepa.cl/wp-content/files_mf/1506520695FichaNacional2017.pdf. Accessed 16 Oct 2017
- Butler SJ, Vickery JA, Norris K (2007) Farmland Biodiversity and the Footprint of Agriculture. *Science* (80-) 315:381–384. doi: 10.1126/science.1136607
- Chapin FS, Zavaleta ES, Eviner VT, et al (2000) Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405:234–42. doi: 10.1038/35012241
- Cuvertino J, Ardiles V, Osorio F, Romero X (2012) New records and additions to the Chilean bryophyte flora. *Science Investig Agrar* 39:245–254 doi: 10.4067/S0718-16202012000200001
- de la Barrera F, Henríquez C (2017) Vegetation cover change in growing urban agglomerations in Chile. *Ecol Indic* 81:265–273. doi: 10.1016/j.ecolind.2017.05.067
- Degtjarenko P, Marmor L, Randle T (2016) Changes in bryophyte and lichen communities on Scots pines along an alkaline dust pollution gradient. *Environ Sci Pollut Res* 23:17413–17425. doi: 10.1007/s11356-016-6933-5
- Díaz IA, Sieving KE, Peña-Foxon ME, et al (2010) Epiphyte diversity and biomass loads of canopy emergent trees in Chilean temperate rain forests: A neglected functional component. *For Ecol Manage* 259:1490–1501 doi: 10.1016/j.foreco.2010.01.025
- Dittrich S, Leuschner C, Hauck M (2016) Change in the bryophyte diversity and species composition of Central European temperate broad-leaved forests since the late nineteenth century. *Biodivers Conserv* 25:2071–2091 doi: 10.1007/s10531-016-1179-6
- Ellis EC, Antill EC, Kreft H (2012) All is not loss: plant biodiversity in the anthropocene. *PLoS One* 7:e30535 . doi: 10.1371/journal.pone.0030535
- Falkengren-Grerup U, Brink D-J ten, Brunet J (2006) Land use effects on soil N, P, C and pH persist over 40–80 years of forest growth on agricultural soils. *For Ecol Manage*

- 225:74–81 . doi: 10.1016/j.foreco.2005.12.027
- Fang S, Yu W, Qi Y (2015) Spectra and vegetation index variations in moss soil crust in different seasons, and in wet and dry conditions. *Int J Appl Earth Obs Geoinf* 38:261–266 . doi: 10.1016/j.jag.2015.01.018
- Gao L, Bowker MA, Xu M, et al (2017) Biological soil crusts decrease erodibility by modifying inherent soil properties on the Loess Plateau, China. *Soil Biol Biochem* 105:49–58 . doi: 10.1016/j.soilbio.2016.11.009
- Hallingbäck T, Hodgetts N (2001) Status survey and conservation action plan for Bryophytes: mosses, liverworts and hornworts
- Jiang Y-B, Liu X-H, Tian R-X, Shao X-M (2011) FIELD-SAMPLING METHODS FOR INVESTIGATING GROUND-BRYOPHYTE POPULATIONS IN FOREST VEGETATION. *POLISH J Ecol (Pol J Ecol)* 59:317–327
- Jukonienė I, Andriušaitytė D, Rašomavičius V (2012) Bryophyte diversity and phenological aspects in different habitats of arable land. *J Food, Agric Environ J Food Agric Environ* 1010:718–725
- Kopittke PM, Dalal RC, Finn D, Menzies NW (2017) Global changes in soil stocks of carbon, nitrogen, phosphorus, and sulphur as influenced by long-term agricultural production. *Glob Chang Biol* 23:2509–2519 . doi: 10.1111/gcb.13513
- Larraín J (2016) The mosses (Bryophyta) of Capitán Prat Province, Aisén Region, southern Chile. *PhytoKeys* 91–116 . doi: 10.3897/phytokeys.68.9181
- Larrain J, Herrera F, Budke JM, Goffinet B (2009) Phylogenetic affinities and conservation status of the Chilean endemic *Costesia spongiosa* (Gigaspermaceae). *Bryologist* 112:278–286 . doi: 10.1639/0007-2745-112.2.278
- León CA, Oliván-Martínez G, Larraín J, Vargas R (2016) Patterns of Bryophyte and lichen diversity in bogs and *Tepualia stipularis* forests of northern Patagonia (Chile): Evidence of a novel ecosystem in southern South America. *Bot Sci* 94:441–453 . doi: 10.17129/botsci.555
- Luck GW (2007) A review of the relationships between human population density and biodiversity. *Biol Rev* 82:607–645 . doi: 10.1111/j.1469-185X.2007.00028.x
- Mellado-Mansilla D, León CA, Ortega-Solís G, et al (2017) Vertical patterns of epiphytic bryophyte diversity in a montane *Nothofagus* forest in the Chilean Andes. *New Zeal J Bot* 8643:1–16 . doi: 10.1080/0028825X.2017.1364273
- Moreno CE (2001) Métodos para medir la biodiversidad. M&T - Manuales Tesis SEA

- vol.1:84 . doi: 10.1371/journal.pone.0103709
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, et al (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853–858 . doi: 10.1038/35002501
- Newmaster SG, Bell FW, Vitt DH (1999) The effects of glyphosate and triclopyr on common bryophytes and lichens in northwestern Ontario. *Can J For Res* 29:1101–1111 . doi: 10.1139/x99-083
- Pereira I, Müller F, Moya M (2014) Influence of *Nothofagus* bark pH on the lichen and bryophytes richness, Central Chile Influencia del pH de la corteza de *Nothofagus* sobre la riqueza de líquenes y briófitos, Chile central. *Gayana Bot Gayana Bot* 71:120–130
- Rozzi R, Armesto JJ, Goffinet B, et al (2008) Changing lenses to assess biodiversity: Patterns of species richness in sub-Antarctic plants and implications for global conservation. *Front. Ecol. Environ.* 6:131–137
- Sala OE (2000) Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100 Science (80-) 287:1770–1774 . doi: 10.1126/science.287.5459.1770
- Schulz JJ, Cayuela L, Echeverria C, et al (2010) Monitoring land cover change of the dryland forest landscape of Central Chile (1975-2008). *Appl Geogr* 30:436–447 . doi: 10.1016/j.apgeog.2009.12.003
- Shackelford GE, Steward PR, German RN, et al (2015) Conservation planning in agricultural landscapes: Hotspots of conflict between agriculture and nature. *Divers Distrib* 21:357–367 . doi: 10.1111/ddi.12291
- Smith-Ramírez C, Díaz I, Pliscoff P, et al (2007) Distribution patterns of flora and fauna in southern Chilean Coastal rainforests: Integrating Natural History and GIS. *Biodivers Conserv* 16:2627–2648 . doi: 10.1007/s10531-006-9073-2
- Underwood EC, Viers JH, Klausmeyer KR, et al (2009) Threats and biodiversity in the mediterranean biome. *Divers Distrib* 15:188–197 . doi: 10.1111/j.1472-4642.2008.00518.x
- Ureña J (2009) Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en el Cultivo de Aguacate. *Cent Agric Cant Tarrazú* 52
- Vellend M, Baeten L, Becker-Scarpitta A, et al (2017) Plant Biodiversity Change Across Scales During the Anthropocene. *Annu Rev Plant Biol* 68:563–586 . doi: 10.1146/annurev-arplant-042916-040949
- Virtanen R, Eskelinen A, Harrison S (2017) Comparing the responses of bryophytes and

short-statured vascular plants to climate shifts and eutrophication. *Funct Ecol* 31:946–954 . doi: 10.1111/1365-2435.12788

Wehr JD, Empain A, Mouvet C, et al (1983) Methods for processing aquatic mosses used as monitors of heavy metals. *Water Res* 17:985–992. doi: 10.1016/0043-1354(83)90038-6

Zechmeister HG, Moser D (2001) The influence of agricultural land-use intensity on bryophyte species richness. *Biodivers Conserv* 10:1609–1625 doi: 10.1023/A:1012008828522

Zechmeister HG, Tribsch A, Moser D, et al (2003) Biodiversity “hot spots” for bryophytes in landscapes dominated by agriculture in Austria. *Agric Ecosyst Environ* 94:159–167. doi: 10.1016/S0167-8809(02)00028-2

Matriz 1. Resultados esperados objetivo específico N° 3

