

RESUMEN

A diferencia de los términos “bosque” y “deforestación”, no existe un consenso para definir “degradación forestal”. Este concepto ha sido definido de muchas formas, la mayoría solo a nivel conceptual, generando diversas interpretaciones que a menudo difieren notablemente en el foco de interés. Una definición operacional de degradación no solo debe establecer un balance entre aspectos técnico-científicos y prácticos, sino que además debe estar sustentada por sólidas bases conceptuales.

Bajo esta perspectiva, este documento presenta una revisión de dos de los principales enfoques teóricos para definir degradación forestal, discutiendo distintos principios, variables y procesos que pueden permitir identificar bosques que han perdido parte o gran parte de sus atributos originales.

Considerando los impactos y la historia de uso de los bosques nativos en Chile, se destaca la potencialidad de la teoría de la resiliencia y la definición de degradación forestal expresada como una sucesión forestal interrumpida.

Palabras clave: Degradación forestal, Definición operacional, Resiliencia.

SUMMARY

In contrast to the terms “forest” and “deforestation”, there is no consensus to define “forest degradation”. This concept has been defined in many ways; most of them only at the conceptual level, generating diverse interpretations that often differ significantly on the main interest focus. An operational degradation definition not only has to establish a balance between technical and practical aspects but also has to be based on a strong conceptual basis.

Two of the main theoretical approaches to define forest degradation are reviewed in this paper, discussing different principles, variables and processes that could allow the identification of forest which have loose part or great part of their original attributes.

Considering the Chilean native forests impacts and their use history it is highlighted the potentiality of the resilience approach and the forest degradation definition as an uninterrupted forest succession.

Key words: Forest degradation, Operational definition, Resilience

²⁴ Ingeniero Forestal Dr. Investigador. Instituto Forestal Sede Los Ríos. Chile. gvergara@infor.cl

²⁵ Ingeniero Forestal Dr. Investigador. Instituto Forestal Sede Los Ríos. Chile. bschlegel@infor.cl

INTRODUCCIÓN

La degradación forestal es un problema global significativo que requiere ser abordado dada sus particulares implicancias económicas, ambientales y sociales. Según estimaciones, el uso insustentable de los bosques ha producido una degradación forestal extensiva que afecta actualmente a más de 2.000 millones de hectáreas a nivel mundial (Minnemayer *et al.*, 2011).

A pesar de la magnitud de la degradación a escala global, existe aún un considerable debate acerca de cómo definir y medir degradación forestal en áreas específicas de aplicación, como ocurre en el contexto del mecanismo de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los bosques (REDD+) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (FAO, 2011; Guariguata *et al.*, 2009; Morales-Barquero *et al.*, 2014; Simula, 2009), así como en contextos más generales de aplicación tal como en el campo de la restauración de bosques (Armenteras *et al.*, 2016; Ghazoul *et al.*, 2015; Putz and Redford, 2010; Thompson *et al.*, 2013). Esto es además relevante dado que el desarrollo de políticas, así como de estrategias de manejo, descansa en interpretaciones armonizadas y transparentes tales como “bosque” y “deforestación”, que se requieren en diversos mecanismos de gestión de bosques a nivel internacional.

No obstante, a diferencia de los términos “bosque” y “deforestación”, y a pesar de que ha sido definida en más de cincuenta maneras distintas (Simula, 2009), la degradación forestal no posee aún una definición consensuada, generando diversas interpretaciones que generalmente difieren notablemente (Sasaki and Putz, 2009; Putz and Romero, 2014). Es así que la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Organización Internacional de Maderas Tropicales (ITTO), el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMD) y el Panel Intergubernamental de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (IPCC) definen degradación forestal de formas diferentes (Schoene *et al.*, 2007).

La falta de una definición de común acuerdo (y de un marco de seguimiento) obstaculiza los esfuerzos de recuperación de bosques a nivel global (Sasaki and Putz, 2009). Una muestra de ello es que en el último informe de Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales (FAO 2010) no se pudo reportar un área de bosque degradado debido a una falta de definición. Dada la importancia de identificar enfoques conceptuales para abordar la degradación forestal, este documento explora dos de las principales propuestas para abordar este problema con una mirada particular a los bosques chilenos.

DEGRADACIÓN FORESTAL

El término degradación forestal refleja no solo diferencias biofísicas entre ecosistemas forestales, sino que además revela distintas percepciones, objetivos y valores acerca del bosque y de los componentes más afectados de estos ecosistemas (Hobbs, 2016). Aunque es más compleja de definir y medir que la deforestación, la degradación forestal es considerada generalmente como la pérdida de un atributo, función o servicio del bosque en respuesta a un disturbio asociado a causas antrópicas, y sugiere además cambios en la estructura y la dinámica de los bosques (ITTO, 2002; CBD, 2004; Norris 2012).

Un disturbio es definido como un evento discreto en el tiempo que altera la composición, estructura o función del ecosistema, el cual genera un cambio en recursos, en la interacción de especies o en el ambiente físico (Ghazoul *et al.*, 2015). El impacto potencial de los disturbios sobre

el sistema dependerá del tipo, severidad, frecuencia y tamaño de estos eventos (Turner, 2010).

Existe una considerable variabilidad intrínseca en los bosques, ya sea por efecto de procesos naturales (Ej. variaciones climáticas) o por causa de disturbios propios de la dinámica de los ecosistemas. El entendimiento de los rangos naturales de variabilidad en los parámetros de interés a través del tiempo y el espacio que ocurren en los ecosistemas es un prerrequisito para entender qué es y qué no es degradación forestal (Keane *et al.*, 2009; Thompson *et al.*, 2013).

Esto es particularmente relevante en una época de permanentes cambios ambientales asociados a actividades antrópicas, entre ellos el cambio climático, invasiones biológicas, intensificación y cambio de uso del suelo, entre otros, los cuales también influyen en la composición, funcionalidad y estructura de los bosques. Esta variabilidad natural de los bosques sumada a los impactos antrópicos globales reduce la utilidad de los sistemas de referencia utilizados para identificar cambios en los umbrales que conducen a degradación forestal (Balaguer *et al.*, 2014; Hobbs *et al.*, 2009).

Dado que muchos de estos ecosistemas están siendo rápidamente transformados en nuevas configuraciones biológicas, algunos de estos cambios resultarán en sistemas híbridos que retendrán algunas características originales, incorporando además elementos nuevos (Hobbs *et al.*, 2009).

Un aspecto importante a considerar es que las modificaciones intencionadas a los bosques, tales como las cortas realizadas por personal capacitado como parte de un sistema silvicultural diseñado para la producción maderera, que a la vez mantienen la capacidad del bosque para producir bienes y servicios, deberían ser consideradas manejo y no degradación forestal (Thompson *et al.*, 2013).

LOS BOSQUES CHILENOS Y LA DEGRADACIÓN FORESTAL

Según datos oficiales, Chile posee un total de 13,6 millones de hectáreas de bosques naturales, lo que representa el 18% de la superficie total del país (CONAF, 2011). La superficie nacional de bosques ha sido generada desde 1997, en un trabajo conjunto entre la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA, hoy Ministerio del Medio Ambiente), después de acordar una nueva definición de bosques para el país. Desde entonces, las tasas de deforestación reportadas están entre 0,1% a 0,2% (aprox. 10.000 ha) por año, cifras que se reportan periódicamente por CONAF. Es así que, de acuerdo a las últimas cifras publicadas en el país, el mayor problema de los bosques chilenos no es la deforestación, sino la degradación forestal (CONAF, 2015).

La degradación de los bosques se asocia a la sobreexplotación del recurso, al uso incorrecto de sistemas y técnicas de extracción sin criterios silviculturales, así como al ramoneo del ganado sobre la regeneración (Catalán y Ramos, 1999; Rojas *et al.*, 2011; Zamorano-Elgueta *et al.*, 2014). Un ejemplo de esto es el "floreo", práctica que en Chile considera la extracción de los mejores individuos de las especies más valiosas, que provoca dejar el bosque cada vez más empobrecido en cuanto a la calidad del recurso que lo compone y de las especies madereras de mayor valor comercial.

Otra de las principales causas de degradación forestal en la mayor parte del sur del país (regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos) es la extracción de leña. Cada año se extraen hasta 10 millones de metros cúbicos de biomasa, equivalentes a intervenir casi 77.000 ha/año, en

su mayoría, bajo prácticas no sustentables (Banco Mundial, 2008).

Dado que no existe un consenso respecto a una definición de degradación forestal a nivel nacional, el país no cuenta con un dimensionamiento de la ubicación espacial de estas formaciones y, por tanto, no se dispone de información acerca de cómo y dónde priorizar planes de recuperación y restauración de estos bosques. Considerando la creciente necesidad de identificar bosques degradados desde escalas locales (rodal) a escalas nacionales para informar decisiones sobre dónde priorizar en la recuperación de los bosques (Holl and Aide, 2011), es importante seguir explorando formas de integrar conceptos o enfoques que puedan contribuir a operacionalizar el concepto.

EL ENFOQUE ECOSISTÉMICO Y LA INTEGRIDAD DE LOS ECOSISTEMAS

Una de las aproximaciones teóricas a la gestión y conservación de los bosques es el enfoque ecosistémico, el cual se orienta hacia el desarrollo de estrategias que permitan la coexistencia armónica y equilibrada entre la utilización de recursos naturales y el mantenimiento de los procesos físicos, químicos y biológicos que determinan la organización, funcionamiento y dinámica de los sistemas ecológicos; es decir, que aspiren a preservar la integridad ecológica y la salud de los ecosistemas (Smith and Maltby, 2003). Este enfoque es el marco principal de la Convención sobre la Diversidad Biológica y de los 12 principios indicados para su aplicación (CBD, 2004).

Uno de los principios básicos de la aproximación ecosistémica es que los sistemas ecológicos tengan integridad y salud (Naciones Unidas, 1992). En las dos últimas décadas estos dos conceptos, en conjunto con la resiliencia de los ecosistemas, se han vuelto fundamentales en el campo de la conservación de ecosistemas, articulándose y desarrollándose sobre ellos gran parte de las nuevas estrategias globales de evaluación y gestión de sus recursos (Shrader-Frechette, 1994).

Salud e integridad de ecosistemas se han empleado indistintamente como sinónimos, no obstante, estos conceptos tienen enfoques diferentes. La integridad ecosistémica puede ser descrita como una medida de la composición, la estructura y funciones de un ecosistema en relación al rango de variación natural o histórica del ecosistema (Parrish *et al.*, 2003).

En contraposición, se emplea el vocablo salud para los espacios muy modificados por la actividad humana, como pueden ser campos de cultivos, bosques muy explotados o incluso ciudades. Estos lugares no tendrían integridad en términos evolutivos, pero pueden ser considerados sanos cuando el uso que se realiza de éstos, permite seguir utilizando sus recursos a largo plazo.

El concepto de integridad provee un marco útil para un monitoreo con bases ecológicas y puede proveer información valiosa para evaluar la condición de los ecosistemas y la efectividad de las actividades de manejo.

Un enfoque interesante en este sentido es el desarrollado por Tierney *et al.* (2009), quienes desarrollaron un protocolo para evaluar la integridad de bosques templados en EEUU basado en el monitoreo a largo plazo. Para ello identificaron diferentes métricas de estado y tendencia en estructura, composición y función de bosques impactados por múltiples agentes de cambio, empleando datos, modelos y literatura científica para interpretar y reportar integridad y utilizando simbología de tipo semáforo, es decir bueno (verde), precaución (amarillo) o

preocupación importante (rojo).

Un desafío importante para el desarrollo de este tipo de protocolos es i) identificar un número limitado de métricas que puedan discriminar entre un estado del bosque altamente impactado o degradado de otro relativamente intacto, completo y funcional, ii) establecer puntos de evaluación o umbrales que distingan condiciones aceptables de aquellas no deseadas y que requieren mayor evaluación o acciones de manejo (Bennetts *et al.*, 2007).

Las evaluaciones de la integridad de los bosques, o de pérdida de sus atributos, se realizan utilizando estados de referencia, los cuales corresponden a un bosque natural no alterado o a un bosque con características normalmente asociadas con el tipo forestal natural asociado a ese sitio (ITTO, 2009).

No obstante, esta tarea es compleja, dado que la interpretación de normal o natural es subjetiva y está condicionada por la apreciación de quien realiza esta evaluación. Esto es aún más complejo debido a que los bosques están y serán sometidos a un amplio rango de disturbios naturales y antrópicos que ocurren a distintas escalas espaciales y temporales, las cuales a menudo incluyen efectos de disturbios pasados de los cuales se tiene escaso o nulo conocimiento (Baker *et al.*, 2005).

ENFOQUE HACIA RESILIENCIA Y LA DINÁMICA FORESTAL

Otro enfoque conceptual para abordar la degradación forestal corresponde a la resiliencia de los ecosistemas (Bahamondez and Thompson, 2016; Ghazoul *et al.* 2015; Thompson, 2012). La resiliencia se ha definido en dos formas diferentes en la literatura ecológica. Estas diferencias en la definición reflejan los diferentes aspectos de la estabilidad en que se enfatiza.

Existe la llamada resiliencia ecológica que corresponde a una medida de la cantidad de cambio necesario para alterar un ecosistema desde un conjunto de procesos y estructuras a un conjunto diferente de procesos y estructuras (Holling, 1973; Holling, 2001).

En cambio, la ingeniería de la resiliencia se centra en el retorno de los atributos estructurales y funcionales de los sistemas a condiciones pre-disturbio. Los tiempos de retorno rápido se interpretan como un reflejo de alta ingeniería de la resiliencia del ecosistema (Pimm, 1991).

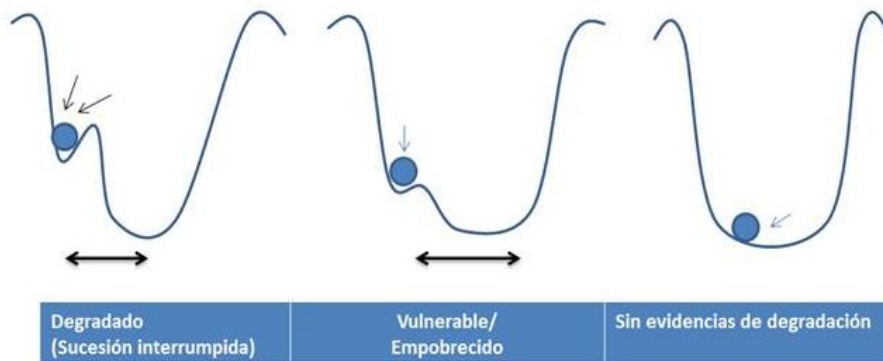
Basándose en el concepto de resiliencia, Ghazoul *et al.* (2015) definen la degradación forestal como un estado de sucesión interrumpida, la cual es inducida por causas humanas, y que genera que los procesos que sostienen la dinámica forestal se encuentran disminuidos o severamente restringidos.

En este caso, las métricas de degradación podrían incluir aquellas que reflejen procesos funcionales que sustentan la dinámica de los bosques, tales como cantidad y diversidad de la regeneración, o la estructura de tamaños de la población. Esta sucesión interrumpida implica que la intervención humana es necesaria para recuperar las trayectorias sucesionales del bosque.

La magnitud de los cambios en composición y estructura del ecosistema es reflejada por la distancia horizontal desde el estado estable original (Figura N° 1). El esfuerzo requerido para

devolver el bosque desde un estado degradado hasta un estado estable original se refleja en la profundidad de la cuenca local.

En este caso, los ecosistemas mantienen las características de bosque, es decir, permanecen dentro de la cuenca más grande, pero siendo localmente estables, se detiene el proceso natural de recuperación y el tiempo por sí solo no puede devolver el sistema a su estado previo a la perturbación.



(Fuente: Adaptado de Ghazoul *et al.*, 2015)

Figura N° 1
REPRESENTACIONES DE TIPOS DE DEGRADACIÓN FORESTAL
BASADAS EN EL CONCEPTO DE CUENCAS DE ATRACCIÓN

Una de las ventajas de este enfoque es que no necesariamente requiere de un sistema de referencia para evaluar degradación forestal, en cambio, el establecimiento de las métricas se enfoca a determinar aspectos de la dinámica de sucesión forestal post-disturbio.

Dicho enfoque conceptual parece relevante para la condición de disturbios antrópicos ocurridos en bosques templados en Chile, donde áreas que fueron altamente intervenidas fueron colonizadas por especies arbustivas pioneras tales como algunas de los géneros *Chusquea*, *Aristotelia* y *Gaultheria*, entre otras, especies que cuando se establecen extensivamente inhiben el establecimiento y desarrollo de las potenciales especies arbóreas del bosque, manteniéndose en un estado de sucesión interrumpida por muchos años, incluso décadas (Figura N° 2).

De acuerdo a lo indicado por Ghazoul *et al.* (2015), la evaluación del proceso de degradación puede ser realizada enfocándose en la dinámica del bosque, indicando que la regeneración de las especies forestales es clave para determinar si la dinámica del bosque está funcionando correctamente.

De esta forma la calidad y la cantidad de plantas por unidad de superficie pueden indicar que el sistema se está recuperando. Por tanto, un bosque no debería ser declarado como degradado si tiene regeneración establecida, aunque el bosque residual esté alterado.



Figura N° 2
BOSQUE NATIVO CON EXTENSIVA COLONIZACIÓN DE *Chusquea sp.*
REGIÓN DE LOS RÍOS

IMPLICANCIAS PARA UNA DEFINICIÓN OPERATIVA DE DEGRADACIÓN FORESTAL EN CHILE

Uno de los desafíos importantes para definir degradación forestal es contar con información espacialmente explícita que pueda contribuir a entender los diferentes aspectos de la degradación forestal a distintas escalas espaciales y temporales.

En Chile, el Inventario Ecosistémico que desarrolla el Instituto Forestal (INFOR), en conjunto con antecedentes de otras fuentes, puede proveer información relevante para contribuir a la caracterización de los bosques y su condición. No obstante, se debe indicar que aún falta información necesaria para identificar los umbrales en composición de especies y definir estrategias de recuperación de bosques para distintas comunidades forestales.

En el caso de renovales del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe ya existe una herramienta que permite la definición de degradación (Bahamondez *et al.*, 2009), mientras que para bosques más complejos, tales como el Tipo Forestal Siempreverde, se requerirá de información adicional para este fin.

Desde el punto de vista de la estructura, CONAF (2017) reportó una superficie total de 407.300 ha de bosques nativos adultos abiertos y muy abiertos (cobertura entre 25 -75%) desde la Región del Maule hasta Los Lagos, que representan un 18,1% del total de bosques nativos de estas regiones. Considerando la historia de uso y explotación de estos bosques, y que las formaciones abiertas no existen naturalmente en grandes extensiones en el país, estas cifras contribuyen a dimensionar el impacto de actividades antrópicas sobre los bosques y su potencial degradación a nivel nacional (Figura N° 3).



(Fotografía gentileza de Dr. Dante Corti).

Figura N° 3
BOSQUE CON DAÑOS ESTRUCTURALES Y ALTA PRESENCIA DE *Chusquea* spp. PRODUCTO DE INTERVENCIONES ANTRÓPICAS EN LA CORDILLERA DE LA COSTA DE LA REGIÓN DE LOS RÍOS

Por otra parte y desde el punto de vista de la pérdida de biomasa o carbono en los bosques, la información generada por el consorcio integrado por Winrock International, la Universidad Austral de Chile y el Instituto Forestal (INFOR) para la elaboración de una línea de referencia sobre emisiones forestales para el país, reportó un área degradada de 461.231 ha entre las regiones del Maule a Los Lagos para el periodo 2001- 2010 (CONAF, 2016). Información que recoge la pérdida de biomasa durante el periodo indicado.

No obstante estas cifras, el país no cuenta con información de superficie de bosques degradados desde una perspectiva más holística que permitan orientar actividades de manejo y recuperar la dinámica sucesional de estas formaciones, esto, en respuesta al conjunto de variables afectadas en el sistema. El impacto de estas actividades, tales como el floreo, han tenido un efecto relevante en la composición de especies de los bosques del sur del país, en particular de especies comercialmente valiosas tales como *Persea lingue* o *Laurelia sempervirens*. Estas especies fueron intensamente taladas por los atributos químicos de su corteza o por su madera valiosa, lo que hace que hoy día resulte difícil encontrar individuos adultos en los bosques (Donoso, 2006).

Dentro de la dinámica post-disturbio en los bosques del sur de Chile, las especies del género *Chusquea* (*Poaceae*, *Bambuseae*), que dominan grandes superficies del sotobosque, producen cambios en los procesos sucesionales en claros formados por caídas de árboles, pero en particular en sitios recientemente perturbados por causas antrópicas (Veblen, 1982; Donoso; 1993; Gonzalez *et al.*, 2014). Estas especies presentan una gran sincronía en los procesos de regeneración, reproducción y muerte, con eventos de sincronización en la floración y muerte en áreas extensivas.

La mayor floración en extensión hasta ahora registrada, ha sido la de *Chusquea quila* (quila) durante las temporadas 1989-1993, abarcando más de un millón de hectáreas en el centro-sur de Chile (González y Donoso, 1999), mientras que en el caso de *Chusquea culeou* (colihue) en

las temporadas 2000-2001 abarcó más de doscientas mil hectáreas en Argentina (Kitzberger *et al.*, 2007; Marchesinni *et al.*, 2009), mientras en Chile alcanzó otras trescientas mil hectáreas aproximadamente.

Considerando estos antecedentes, así como otros efectos de los disturbios antrópicos en la historia de uso de los bosques nativos de Chile, el enfoque de la resiliencia ofrece la ventaja de centrar el concepto de degradación forestal en los procesos, en particular en la dinámica sucesional y la capacidad de recuperación de los bosques, sugiriendo potencialidad para su aplicación en el país. La presencia extensiva de especies arbustivas pioneras, tales como las del género *Chusquea*, representan un indicador clave para determinar estados sucesionales donde la regeneración está fuertemente reducida o inhibida, lo que es clave para identificar áreas de bosques altamente degradados que muestran una sucesión interrumpida. Uno de los desafíos para su implementación será contar con la información necesaria para determinar umbrales que permitan diferenciar bosques con una sucesión funcional de aquellos que requerirán un esfuerzo importante para recuperar sus atributos principales.

REFERENCIAS

Armenteras, D.; González, T. M.; Retana, J. y Espelta, J. M. (Eds), 2016. Degradación de Bosques en Latinoamérica: Síntesis Conceptual, Metodologías de Evaluación y Casos de Estudio Nacionales. Publicado por IBERO-REDD+.

Bahamondez, C. and Thompson I. D., 2016. Determining Forest Degradation, Ecosystem State and Resilience Using a Standard Stand Stocking Measurement Diagram: Theory into Practice. *Forestry* 89:290–300

Bahamóndez, C., Martín, M., Müller-Using, S., Rojas, Y., Vergara, G., 2009. Case Studies on Measuring and Assessing Forest Degradation: an Operational Approach to Forest Degradation. Forest Resources Assessment Working Paper 158. FAO, Rome, Italy. [online] URL: <http://www.fao.org/docrep/012/k7177e/k7177e00.pdf>.

Baker, P.; Bunyavejchewin, S.; Oliver, C. and Ashton, P. S., 2005. Disturbance History and Historical Stand Dynamics of a Seasonal Tropical Forest in Western Thailand. *Ecol. Monogr.* 75, 317–343

Balaguer, L.; Escudero, A.; Martín-Duque, J. F.; Mola, I. and Aronson, J., 2014. The Historical Reference in Restoration Ecology: Re-defining a Cornerstone Concept. *Biol. Conserv.* 176:12–20

Banco Mundial, 2008. Chile R-PIN Forest Carbon Partnership Facility. World Bank, Washington DC.

Bennetts, R. E.; Gross, J. E.; Cahill, K.; McIntyre, C.; Bingham, B. B.; Hubbard, A.; Cameron, L. and Carter, S. L., 2007. Linking Monitoring to Management and Planning: Assessment Points as a Generalized Approach. *The George Wright Forum* 24: 59–77.

Catalán, L. y Ramos, R., 1999. Pueblo Mapuche, Bosque Nativo y. Plantaciones Forestales. Las Causas Subyacentes de la Deforestación del Sur de Chile, Ediciones Universidad Católica de Temuco, Temuco.

CBD, 2004. The Ecosystem Approach, (CBD Guidelines) Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity 50.

CONAF, 2011. Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile, Monitoreo de Cambios y Actualizaciones, Período 1997- 2011. Julio 2011.

CONAF, 2015. Deforestación del Bosque Nativo se ha Reducido al Mínimo en Chile. *Revista Lignum.* En: <http://www.lignum.cl/2015/08/03/la-deforestacion-del-bosque-nativo-se-ha-reducido-al-minimo-en-chile/>

CONAF, 2016. Nivel de Referencia de Emisiones Forestales / Nivel de Referencia Forestal Subnacional de Chile. Forest Carbon Partnership Facility. Santiago, Chile. 128 p. In:

CONAF, 2017. Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos. Sistema de Información Territorial. Ministerio de Agricultura, Chile.

Donoso, C., 1993. Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 484 p

Donoso, C., 2006. Las Especies Arbóreas de los Bosques Templados de Chile y Argentina: Autoecología. Valdivia, Chile. Marisa Cuneo Ediciones, 678 páginas

FAO, 2010. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010. Términos y Definiciones. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Documento de Trabajo 144/S. Roma, Italy.

FAO, 2011. Assessing Forest Degradation Towards the Development of Globally Applicable Guidelines. Food and Agriculture Organization of the United Nations. In Forest Resources Assessment Working Paper 177; FAO: Rome, Italy.

Ghazoul, J.; Burivalova, Z.; Garcia-Ulloa, J. and King L., 2015. Conceptualizing Forest Degradation Trends in Ecology & Evolution, October 2015, Vol. 30, No. 10 In: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2015.08.001>

Gonzalez, M.; Amoroso, M.; Lara, A.; Veblen, T.; Donoso, C.; Kitzberger, T.; Mundo, I.; Holz, A.; Casteller, A.; Paritsis, J.; Muñoz, A.; Suárez, M. L. y Promis, A., 2014. Ecología de Disturbios y su Influencia en los Bosques Templados de Chile y Argentina En: Ecología Forestal. Bases para el Manejo Sustentable y Conservación de los Bosques Nativos de Chile, Universidad Austral de Chile (UACH), Editores: Claudio Donoso, Mauro E. González, Antonio Lara, pp.411-50

González, M. E. y Donoso, C., 1999. Producción de Semillas y Hojarasca en *Chusquea quila* (Poaceae: Bambusoideae), Posterior a su Floración Sincrónica en la Zona Centro-Sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 72 (2):169-180.

Guariguata, M. R.; Nasi, R. and Kanninen, M., 2009. Forest Degradation: It is not a Matter of New Definitions. Conservation Letters, 2 pp. 286-287

Hobbs, R. J., 2016. Degraded or Just Different? Perceptions and Value Judgements in Restoration Decisions. *Restoration Ecology* 24:153–158

Hobbs, R. J.; Higgs, E. and Harris, J. A., 2009. Novel Ecosystems: Implications for Conservation and Restoration. *Trends Ecol. Evol.* 24:599–605

Holl, K. D. and Aide T. M., 2011. When and Where to Actively Restore Ecosystems? *For. Ecol. Manag.* 261: 1558–63

Holling, C. S., 1973. Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1–23.

Holling, C., 2001. Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. *Ecosystems* 4, no 5: 390-405

ITTO, 2002. Guidelines for the Restoration, Management and Rehabilitation of Degraded and Secondary Tropical Forests. International Tropical Timber Organization. Policy Development Series 13. ITTO, Yokohama, Japan. In: http://www.itto.int/direct/topics/ topics_pdf_download/topics_id=1540000&no=1&disp=inline

ITTO, 2009. Guidelines for the Conservation and Sustainable Use of Biodiversity in Tropical Timber Production Forests. International Tropical Timber Organization. Policy Development Series No 17, The World Conservation Union (IUCN) and International Tropical Timber Organization (ITTO)

Keane, R. E.; Hessburg, P. F.; Landres, P. B. and Swanson, F. J., 2009. The Use of Historical Range and Variability (HRV) in Landscape Management. *Forest Ecology and Management* 258 (7):1025-1037. In:

Kitzberger, T.; Chaneon, E. J. and Caccia, F., 2007. Indirect Effects of Prey Swamping: Differential Seed Predation during a Bamboo Masting Event. *Ecology* 88(10):2541-2554.

Marchesini, V. A.; Sala, O. E. and Austin, A. T., 2009. Ecological Consequences of a Massive Flowering Event of Bamboo (*Chusquea culeou*) in a Temperate Forest of Patagonia, Argentina. *Journal of Vegetation Science* 20: 424-432.

Minnemeyer, S.; Laestadius, L.; Sizer, N.; Saint-Laurent, C. and Potapov, P., 2011. A World of Opportunity. Washington, D.C., World Resources Institute. Available at: www.wri.org/restoringforests. Mapping Opportunities for Forest Landscape Restoration.

Morales-Barquero, L.; Skutsch, M.; Jardel-Peláez, E. J.; Ghilardi, A.; Kleinn, C. and Healey J. R., 2014. Operationalizing the Definition of Forest Degradation for REDD+, with Application to Mexico. *Forests* 2014, 5, 1653-1681

Naciones Unidas, 1992. Earth Summit Agenda 21: The United Nations Programme of Action from Rio. New York, New York, USA.

Norris, K., 2012. Biodiversity in the Context of Ecosystem Services: The Applied Need for Systems Approaches. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 367 (1586):191-199. In: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2011.0176>

Parrish, J. D.; Braun, D. P. and Unnasch, R. S., 2003. Are We Conserving what We Say. We Are? Measuring Ecological Integrity Within Protected Areas. *BioScience* 53: 851-60

Pimm, S. L., 1991. Balance of Nature?. The University of Chicago Press, Chicago.

Putz, F. E. and Redford, K., 2010. The Importance of Defining 'Forest': Tropical Forest Degradation, Deforestation, Long-Term Phase Shifts, and Further Transitions. *Biotropica*, 42 pp. 10-20

Putz, F. E. and Romero, C., 2014. Futures of Tropical Forests (*sensu lato*). *Biotropica* 46:495-505.

Rojas, Y.; Loguercio, G.; Nieto, V. y Bahamondez, C., 2011. Análisis de la Degradación Forestal en el Marco de REDD+. Proyecto MIA "Desarrollo Metodológico y de Herramientas para la REDD+". Santiago, Chile. 141 p.

Sasaki, N. and Putz, F. E., 2009. Critical Need for New Definitions of "Forest" and "Forest Degradation" in Global Climate Change Agreements. *Conservation Letters* 2 (5):226-232. In: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1755-263X.2009.00067>.

Schoene, D.; Killmann, W.; von Lupke, H. and Loyche-Wilkie, M., 2007. Definitional Issues Related to Reducing Emissions from Deforestation in Developing Countries. *FAO Forests and Climate Change Working Paper 5*. FAO, Rome.

Shrader-Frechette, K., 1994. Ecosystem Health: A New Paradigm for Ecological Assessment? *TREE* 9, 456-457.

Simula, M., 2009. Towards Defining Forest Degradation: Comparative Analysis of Existing Definitions Forest Resources Assessment Working Paper No. 154 (Rome: UNFAO).

Smith, R. D. and Maltby, E., 2003. Using the Ecosystem Approach to Implement the Convention on Biological Diversity: Key Issues and Case Studies. IUCN, Gland (Switzerland) and Cambridge (U.K.), x + 118 pp.

Thompson, I., 2012. Biodiversity, Ecosystem Thresholds, Resilience and Forest degradation. *Unasylva*, 62 (2012), pp. 25-30.

Thompson, I. D.; Guariguata, M. R.; Okabe, K.; Bahamondez, C.; Nasi, R.; Heymell, V. and Sabogal, C., 2013. An Operational Framework for Defining and Monitoring Forest Degradation. *Ecol. Soc.* 18: 20.

Tierney, G. L.; Faber-Langendoen, D.; Mitchell, B.R.; Shriver, W.G. AND Gibbs, J. P., 2009. Monitoring and Evaluating the Ecological Integrity of Forest Ecosystems. *Front. Ecol. Environ.*, 7, pp. 308-316

Turner, M. G., 2010. Disturbance and Landscape Dynamics in a Changing World. *Ecology* 91:2833–2849.

Veblen, T. T., 1982. Growth Patterns of *Chusquea* Bamboos in the Understory of Chilean *Nothofagus* Forests and their Influences in Forest Dynamics. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 109 (4): 474- 487.

Zamorano-Elgueta, C.; Cayuela, L.; Rey-Benayas, J. M.; Donoso, P. J.; Geneletti, D. and Hobbs, R. J., 2014. The Differential Influences of Human-Induced Disturbances on Tree Regeneration Community: A Landscape Approach. *Ecosphere* 5:art90. In: <http://dx.doi.org/10.1890/ES14-00003.1>