
Deforestación y degradación de ecosistemas boreales, causas y efectos

Dora-Alicia García-García¹, Genaro-Esteban García-Mosqueda^{2*}, David-Castillo Quiroz¹,
Francisco Castillo-Reyes¹, José-Trinidad Sáenz-Reyes³, Hipólito-Jesús Muñoz-Flores³

¹INIFAP CIRNE CE Saltillo. Carretera Saltillo-Zacatecas km 342+119, 9515 Hacienda de Buena Vista C.P. 25315, Saltillo, Coahuila.

²Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calada. Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315 Saltillo, Coahuila.

³Campo Experimental Uruapan. INIFAP. Av. Latinoamericana No.1110 Col. Revolución C.P. 60150 Uruapan, Michoacán

Artículo recibido el 01 de octubre de 2019 y aceptado el 9 de diciembre de 2019

Deforestation and degradation of boreal ecosystems, causes and effects

Abstract

Boreal forests are located in the northern part of the earth's axis, mainly in countries such as the United States, Canada, Sweden, Norway and Finland; they are characterized by low temperatures, precipitation in the form of snow. The present state of the art review identified forest fires and land-use change as the causes and effects of these changes as reflected in the loss of biodiversity in the boreal forest. It is important to mention that these activities are largely due to anthropogenic influence, while in very few cases their cause is natural.

Key words: Boreal forests, fires, biodiversity.

Resumen

Los bosques boreales se encuentran en la zona septentrional del eje de la tierra, en países como Estados Unidos, Canadá, Suecia, Noruega y Finlandia, principalmente; se caracterizan por presentar bajas temperaturas, precipitaciones en forma de nieve. En la presente revisión del estado del arte se determinaron que las causas son los incendios forestales y el cambio de uso de suelo y sus efectos se reflejaron en pérdida de biodiversidad del bosque boreal. Es importante mencionar que estas actividades se deben en gran medida a la influencia antropogénica, mientras que en muy reducidas ocasiones su causa es natural.

Palabras claves: Bosques boreales, incendios, biodiversidad

Introducción

Los ecosistemas se encuentran sometidos a cambios constantes, los cuales se producen a diferentes escalas espaciales y temporales (Coppin *et al.*, 2004). Uno de los principales cambios que los afectan actualmente es la deforestación y la degradación, la cual tiene como principal causa la intervención antrópica (Echeverría *et al.*, 2006).

Aunque, se deben considerar, las perturbaciones naturales, como los huracanes, fuertes vientos, caída de árboles, incendios. El concepto de degradación se enuncia cuando hay factores antrópicos que indirecta o directamente participan en este proceso. A su vez la reducción de los bosques y el cambio de uso del suelo tienen un papel clave en la deforestación y degradación de los bosques. En este mismo contexto, se ha

*Autor de correspondencia: gegrmo2003@yahoo.com
ISSN 2594-0384 (Electrónica)

reportado que la deforestación afecta el ciclo hidrológico, reduciendo la evapotranspiración y produciendo un aumento de los caudales (Sun *et al.*, 2005; D'Almeida *et al.*, 2006).

Los bosques boreales abastecen el 37% de la madera mundial y producen el 45% de madera de coníferas. Este aprovechamiento se ha realizado desde el siglo XVIII. Al inicio la extracción fue desmedida, puesto que estaban lejos de aplicar un tratamiento silvícola. Posteriormente, a mediados del siglo XIX se reconoce la función de la silvicultura; implementando los sistemas de corta selectiva, que aplicaron con éxito en los bosques más meridionales del continente; al principio se creía que era la mejor idea, puesto que no realizaban inversión de planificación, sin embargo el futuro fue diferente ya que estas actividades en algunos lugares provocaron catástrofes biológicas, algunas zonas quedaban cubiertas por vegetación arbustiva agresiva y dominante, donde solamente sobrevivían los árboles tolerantes a la sombra que habían alcanzado un equilibrio ecológico (como *Abies*, *Picea*, *Tsuga*, *Pinus*, *Larix*) (Hagner 1995). El bosque boreal representa alrededor de 0.25 ha por persona (*per capita*). Así mismo más de la mitad de los bosques bajo un plan de manejo en el mundo se encuentran en la zona boreal (FAO 2016).

La deforestación se ha incrementado de manera acelerada siendo otra de las causas principales de ésta, la agricultura, seguida de la homogenización de los paisajes agrícolas, lo cual trae consigo reducción de la superficie ocupada por hábitats seminaturales, repercutiendo en la biodiversidad y provocando pérdida de numerosas especies (Donald, 2004).

Si se pudieran clasificar las causas de la deforestación y degradación de bosques en directas e indirectas, se menciona que las causas directas, van relacionadas con factores de tipo económico, institucional, políticas nacionales que promueven el cambio de uso de suelo, así como mayor extensión de agricultura y ganadería; mientras que, dentro de las causas indirectas, entran los temas como, cambio climático, fragmentación o la propagación de especies invasoras (Lund, 2009; Simula, 2009; Bustamante *et al.*, 2015).

Deforestación

Según Altamirano (2010), la deforestación es una de las principales causas que produce cambios constantes en los ecosistemas, en la mayoría de las

veces por la intervención humana.

Para Sumit *et al.* (2012), la deforestación es la conversión del bosque a un uso alternativo no forestal, como la agricultura, el pastoreo o el desarrollo urbano, también menciona que una de las preocupaciones mayores es que al reducirse la superficie de los bosques traerá consigo la pérdida de la biodiversidad.

Así como la reducción de los bosques y el cambio de uso de suelo tienen un papel importante en el calentamiento global, algunos autores reportan que afecta de igual manera el ciclo hidrológico, reduciendo la evapotranspiración y aumentando el caudal. Similar sucede con el suelo, los nutrientes, se relaciona directamente con la cobertura forestal antrópica (Echeverría *et al.*, 2006).

La deforestación es la disminución de la cubierta de bosque. En Latinoamérica, es el resultado de la expansión de la frontera agrícola, la tala ilegal, los incendios forestales y agropecuarios, los proyectos de infraestructuras y la extracción de minerales Sumit *et al.* (2012). Se considera que la deforestación es un proceso de conversión de cobertura boscosa a no boscosa, a diferencia de la degradación que ocurre mientras se mantiene la cobertura y resulta una pérdida de algunas funciones de los bosques que puede llegar a ser irreversible (Lund, 2009). Sasaki y Putz (2009); Simula (2009) y Sumit *et al.* (2012), coinciden con esta definición, al mencionar que una degradación del bosque ocurre cuando las funciones de los ecosistemas del bosque se ven disminuidas.

En términos globales las áreas cubiertas por bosques han disminuido alrededor el 3% de 1990 (41.28 millones de km²) al 2015, considerándose para este año de alrededor de 39.99 millones de kilómetros cuadrados. El cambio en las áreas boreales y templadas del planeta ha sido gradual, no siendo así para las zonas tropicales ya que el área de bosques *per capita* para el trópico ha disminuido prácticamente a la mitad durante los últimos 25 años (FAO 2016).

Budiharta *et al.* (2014), consideran que la tasa de deforestación en algunos países es baja, sin embargo, la degradación en los bosques ha aumentado.

En este tema, para Canadá se reporta una disminución en sus áreas forestales del 0.3% de 1990 a 2015 pasando de 3.483 millones de km² a 3.471 millones de kilómetros cuadrados (Statistics Canada, 2018). Mostrando un cambio gradual como lo indica la FAO.

Estos dos términos: la deforestación y la degradación de bosques representan estados, procesos y conceptos diferentes.

Degradación

Algunos investigadores apoyan una definición unificada de degradación para contribuir a dar lineamientos prácticos para proteger la biodiversidad, fomentar el uso sostenible de los bosques, implementar los proyectos como el de reducción de emisiones causadas por la deforestación y degradación (REDD) y promover la sostenibilidad del bosque Sasaki y Putz (2009). Esta definición debería considerar toda la gama de condiciones biofísicas y sociales de los bosques, la variedad de formas en que pueden ser degradados, y considerar los servicios ecosistémicos que prestan dichos bosques (Sasaki y Putz, 2009).

Ciertas actividades realizadas por el hombre producen cambios en la estructura de los bosques y sus funciones (Armenteras *et al.*, 2016).

La degradación forestal según Lund (2009), la define como un proceso de reducción de la calidad de los bosques. Simula (2009) la refiere como uno de los procesos que reduce la capacidad de un bosque para suministrar servicios ecosistémicos clave, como es el caso del almacenamiento de carbono (FAO 2016; Thompson *et al.*, 2013; Bustamante *et al.*, 2015).

Para la Convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y La Reducción de Emisiones de gases de efecto invernadero causadas por la Deforestación y Degradación de los bosques (REDD), la degradación forestal es una pérdida de las reservas de carbono dentro de áreas boscosas que siguen siendo boscosas; es un impacto negativo causado por el hombre y puede afectar los procesos ecológicos de los ecosistemas (Herold *et al.*, 2011). Para Sasaki y Putz (2009), degradación forestal es la pérdida de árboles y sus reservas de carbono hasta el punto de no poder ser calificada como área boscosa. Lanly (2003), la define como un proceso que se caracteriza por la disminución de la calidad de la superficie forestal en uno o más elementos (ej. estrato vegetal, fauna, suelo), y las interacciones entre estos componentes y su funcionamiento.

Simula (2009), propone algunos criterios que deberán contener una definición común de degradación:

- ser detallada en términos de considerar todos los bienes y servicios forestales;

- considerar los diferentes tipos de cambios naturales o inducidos por el hombre en los bosques;
- contener términos claros apoyados por variables e indicadores aplicables, mensurables y detectables;
- considerar diversas escalas temporales y espaciales;
- disponer de herramientas para su medición y evaluación, y
- contar con puntos de referencia, valores de umbral relevantes y diferentes niveles de resiliencia a través de indicadores.

En la degradación Sasaki y Putz (2009), consideran que los bosques pierden o reducen su capacidad para proveer servicios ecosistémicos o sufren cambios mayores en su composición de especies, provocando afectaciones a nivel social, cultural y ecológico. Tarrasón *et al.* (2010), y Souza *et al.* (2013), coinciden en que existe una relación estrecha entre la deforestación y la degradación en los bosques. En muchos casos la degradación es un promotor de deforestación, aunque los bosques pueden permanecer degradados durante mucho tiempo sin llegar al estado de deforestación (Armenteras *et al.*, 2016).

Bosque

Para hablar de degradación en los bosques, es importante revisar la definición de bosque que se utiliza, ya que ésta condiciona enormemente su aplicación posterior. Normalmente, las definiciones de bosque incluyen parámetros de umbrales, una superficie mínima, altura mínima de árboles y nivel mínimo de cubierta de copas. Según Angelsen *et al.* (2009), las definiciones más comúnmente utilizadas de bosque son las de la Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y Alimentos (FAO, 2001), y los Acuerdos Marrakesh del Protocolo de Kioto.

La FAO (2001), define un bosque como un área con árboles de más de 5 metros de altura y con una cobertura del dosel superior al 10%, en áreas de más de 0,5 hectáreas. Lo anterior, no incluye las áreas que son de uso agrícola o urbano, pero sí incluye las plantaciones utilizadas para actividades forestales o de protección, espacios protegidos, de interés científico, histórico o cultural.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático o (CMNUCC), define

bosque como una superficie mínima de tierra de 0.05-1.0 hectáreas con cubierta de árboles con copas de 10% al 30%, altura mínima de 2-5 metros (Armenteras *et al.*, 2016). Por otro lado, Sasaki y Putz (2009) definen bosque como un área con una extensión superior a 0.05 hectáreas con árboles con copas >20% y con altura superior a los 3 metros; a diferencia de la definición de la FAO (2001), no se excluyen formaciones vegetales abiertas o jóvenes. Dentro del mecanismo de REDD ha sido propuesta una definición de bosque consensuada, como una necesidad para integrar distintos tipos de datos e información, por lo cual Simula (2009) sugiere algunos criterios con los que debe contar una definición de bosque.

- ser una definición clara, concisa, y contextualizada,
- útil y eficaz para el uso previsto,
- multipropósito,
- coherente con el tiempo y armonizada en el espacio,
- no debe interferir con otras definiciones relacionadas con los bosques,
- fácilmente aplicable para facilitar la recopilación de datos, la presentación de informes y la verificación.

El bosque boreal

El bosque boreal es un conjunto de ecosistemas de bosques de coníferas (piceas, abetos, pinos, alerces), que pueden sobrevivir en el norte, específicamente en regiones del subártico. Se concentran en el eje septentrional de la tierra, la mayor parte se extiende entre los 50° y 60° de latitud norte. Aunque solamente se presentan en el hemisferio norte (Figura 1), el bosque boreal, aun así, es uno de los más extensos de la tierra, se calcula que asciende a 920 millones de hectáreas (Kuusela, 1992), es decir el 29 por ciento de los bosques de todo el mundo y el 73 por ciento de los de coníferas.

Se extiende en el continente norteamericano; Canadá y norte de Estados Unidos y en el continente euroasiático en los países escandinavos (Suecia, Noruega y Finlandia), norte de Kazajistán y norte de Rusia (Siberia). La zona del bosque boreal abarca alrededor del 15% de la superficie terrestre y las zonas del bosque boreal son el bioma más grande del mundo (Hari y Kulmala (2009).

La zona boreal se divide en tres regiones, marítima, continental y norcontinental (López *et al.*, 2011).

En la subzona boreal marítima la variación de temperaturas a lo largo del año es relativamente suave y el invierno es generalmente templado y el verano fresco; la temperatura media del mes más cálido varía de 10 a 15 °C, y la del mes más frío de 2 a -3 °C. La precipitación anual, nieve en su mayoría, oscila entre 400 y 800 mm, pero alcanza 1000 mm y aún más en la parte occidental de Noruega y en Terranova (López-Colón *et al.*, 2011).

La subzona boreal continental tiene inviernos prolongados y fríos, con nieve abundante durante 5 a 7 meses; la temperatura media mensual varía mucho, especialmente en el invierno; en la parte septentrional, el viento seco y las temperaturas de -20 °C a -40 °C pueden llegar a ser letales para los árboles; la temperatura media del mes más caluroso varía entre 10 y 20 °C. La precipitación anual media varía entre 400 y 600 mm, la mayor parte de los cuales se registran en los meses de verano (López-Colón *et al.*, 2011).



Figura 1. Distribución natural del bosque boreal localizado en el hemisferio norte (IBFRA, 2019).

La subzona boreal norcontinental comprende los territorios de Siberia oriental y el extremo oriente. Tiene un invierno muy prolongado, extremadamente frío y seco; la primavera se presenta súbitamente y el verano es corto y relativamente cálido, aunque puede helar por las noches, incluso en verano. La temperatura media anual comprende entre los -7° y -10 °C; la temperatura media mensual varía en más de 40 °C y la mínima de -50° a -60 °C, mientras que la temperatura media del mes más frío llega a ser inferior a -25 °C. La precipitación anual es más

baja que en las otras subzonas, (300-400 mm); la mayor parte se registra en la temporada vegetativa, a pesar de lo cual la razón de la precipitación sobre la evaporación es inferior a la unidad en los meses cálidos de verano (López-Colón et al., 2011).

El bosque boreal contribuye de manera significativa a determinar el clima global de la tierra y el porcentaje de CO₂ de la atmósfera. Constituye el mayor depósito de carbono en forma orgánica, almacenado en suelo y hojarasca. Forman un cinturón verde homogéneo en el que la temperatura es el factor ambiental que más contribuye a determinar los límites geográficos (López-Colón et al., 2011).

La mayor parte del año se encuentra cubierto de nieve, su aspecto suele ser homogéneo, están dominados por pocas especies y características similares: árboles de fuste recto, forma cónica, hojas pequeñas y estrechas (aciculares). Las coníferas, son dominantes en los bosques boreales y en las zonas montañosas de las regiones templadas, formando el límite tanto latitudinal como altitudinal de la vegetación arbórea. Este tipo de árboles (cuyas semillas se encuentran encerradas en conos o piñas) estuvieron más extendidos en anteriores épocas geológicas, mientras que, actualmente, son las angiospermas, más evolucionadas y diversificadas, las que dominan la mayoría de los biomas terrestres. Se diferencian del resto de los ecosistemas por las condiciones ambientales de clima riguroso, terrenos helados gran parte del año y suelos pobres en nutrientes (Kuusela, 1992).

El bosque boreal es muy importante puesto que es un gran depósito de carbono, sus árboles almacenan más carbono que todos los bosques tropicales. Es un gran pulmón para el planeta, no sólo por el oxígeno que producen los árboles, sino porque regula el cambio climático. En éstos bosques habitan más de 20,000 especies de flora y fauna, el 25% de los árboles del mundo se encuentran ahí, así como especies de fauna, por mencionar algunos: osos, halcones, tigres siberianos, lobos, búhos, etc. Así como el 35% de las aves y 50% de los mamíferos. También habitan pueblos indígenas que dependen del bosque tales como Sami del norte de Escandinavia y los Nenets de Rusia (López-Colón et al., 2011).

Los bosques boreales son ecosistemas versátiles, no obstante, presentan una similitud entre ellos, como el proceso de la fotosíntesis, la absorción de nutrientes, crecer y morir; sin embargo, los mismos

procesos y su dependencia de los factores ambientales están generando regulaciones en los flujos de material y energía. Hari y Kulmala (2009) en su capítulo 10 mencionan que es importante entender los cambios en los ciclos biogeoquímicos de los bosques boreales, porque sus suelos contienen grandes lagunas de carbono y pueden liberarse en el medio ambiente. Mientras que en el capítulo 5 resalta que el paisaje boreal se caracteriza por la alternancia de lagos, humedales y tierras altas que forman un mosaico de condiciones de crecimiento del sitio. Sus rodales, cuya estructura se distingue por composición de especies y distribución del tamaño de los árboles, lo cual se debe a las condiciones edáficas (Hari y Kulmala, 2009).

Para el caso del territorio mexicano, existe la presencia de elementos holárticos, de tal forma que Leopold (1950), en su artículo “*Vegetation Zones of Mexico*”, indicó en 1950, que los bosques de *Abies* son componentes del bosque boreal. Los bosques de oyamel (*Abies*), son comunidades vegetales densas y altas (hasta de 30 m), se distribuyen en las zonas de mayor humedad y frío, entre los 2000 y 3400 m de altitud. Se concentran en el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, donde forman masas forestales de gran tamaño, y de manera más aislada en otras serranías. Los bosques de ayarín o pinabete (dominados por árboles de los géneros *Picea* y *Pseudotsuga*), se encuentran en condiciones muy similares a las de los bosques de oyamel, pero son más comunes en el norte del país, sobre todo en la Sierra Madre Oriental, aunque también se encuentran en el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre Occidental y algunos otros sitios restringidos. Sin embargo, a pesar de la similitud con elementos de flora y fauna de estos bosques mexicanos con los ecosistemas boreales, las condiciones climáticas tienen marcadas diferencias, que han llegado a otorgar a las especies mexicanas condiciones de crecimiento e incrementos mayores que las que se presentan en la zona boreal (Challenger y Soberon, 2008).

Es importante denotar que los ecosistemas boreales albergan la mayor cantidad de áreas destinadas a protección de suelos, agua y provisión de servicios ecosistémicos y socioculturales, con respecto de los diferentes dominios climáticos (FAO 2016), tal como se muestra en la figura 2.

Causas de la deforestación y degradación

La pérdida de biodiversidad, el incremento de

emisiones de carbono y de otros gases de efecto invernadero (GEI), es causada principalmente por la deforestación y la degradación de los bosques (Simula 2009; Lanly, 2003).

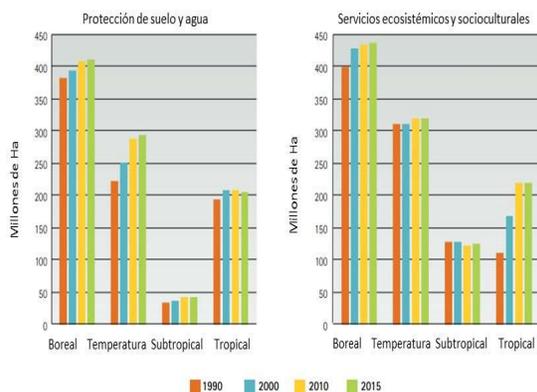


Figura 2. Cambio en las áreas forestales destinadas a protección de suelo, agua y provisión de servicios ecosistémicos y socioculturales por dominancia climática, 1990-2015 (FAO 2016).

Después de haber analizado algunas definiciones de degradación de bosque, donde los autores coinciden con una disminución de biomasa forestal y algunos otros factores antropogénicos, éstos no mencionan un punto importante, tal como las perturbaciones naturales, huracanes, fuertes vientos, caída de árboles, incendios forestales; normalmente manejan degradación cuando hay factores antrópicos que indirecta o directamente participan en este proceso (Kuusela, 1992).

Las causas de la deforestación y degradación de bosques van directamente relacionadas con factores de tipo económico, institucional, políticas que promueven el cambio de uso de suelo, mayor extensión de agricultura y ganadería. Sin embargo, se relacionan indirectamente cuando nos referimos a: cambio climático, fragmentación o la propagación de especies invasoras (Lund, 2009; Simula 2009; Bustamante et al., 2015).

El grado de afectación de una degradación va a depender de su frecuencia e intensidad, calidad, extensión y su origen (Simula, 2009). Algunos autores incluyen las características biofísicas del área, donde ocurren las perturbaciones y la gestión de los bosques en la zona (Bustamante et al., 2015). Todo esto es importante en el proceso de degradación y en la diferenciación de diversos grados de degradación (Lund, 2009).

En la adaptación de los bosques y su ordenación al

cambio climático en Suecia; contemplan la reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y conservación, así como el incremento de las existencias de carbono mediante la ordenación forestal sostenible, también mencionan que es importante planear cuidadosamente las acciones de mitigación como la forestación o las medidas para frenar la deforestación y sobre todo involucrar a las políticas locales de adaptación en los sectores de interés, para la mejora de vida de la población y proveer los medios para resistir a los efectos del cambio climático (Bernier y Schoene, 2009).

La causa principal de la deforestación es la agricultura, seguida de la homogenización de los paisajes agrícolas, lo cual trae consigo reducción de la superficie ocupada por hábitats seminaturales; repercutiendo en la biodiversidad y provocando pérdida de especies a los agrosistemas tradicionales. Así mismo, la transición de agrosistemas extensivos a intensivos presenta mayores impactos sobre la biodiversidad, que la conversión de hábitats originales en agrosistemas extensivos (Donald, 2004).

A su vez el fuego es una actividad que se ha venido utilizando, e importante para mantener la salud de ciertos ecosistemas, (por ejemplo, la del *Eucalyptus* sp. que rebrotaron tras un incendio natural en Senegal); pero el uso humano de los incendios son ahora una amenaza para muchos bosques y su biodiversidad. Los incendios forestales, sobre todo de gran intensidad, es la principal causa natural que afecta los bosques boreales, en ocasiones se presentan con una frecuencia de 40 años, mientras que en un área de Canadá pasan hasta 300 años y en Suecia el 1% de terrenos forestales se incendia cada año (Ball et al., 2002).

Se reporta por ejemplo que en 1950 el bosque boreal presentó un incendio de gran importancia en el norte de British Columbia y Alberta, Canadá cuya superficie es de aproximadamente 1.4 millones de hectáreas; el incendio abarcó, más de 100,000 ha y al parecer eventos como ese, suceden cada 100 años (Jhonson, 1992).

El comportamiento de los incendios en los bosques boreales, tienen cuatro características, que son importantes para comprender la dinámica de sus poblaciones: incendio de copa, superficie incendiada, frecuencia con la que se presenta este evento y la cantidad de bosque destruido (Jhonson, 1992).

Los bosques boreales tienen suelos profundos, alto contenido de humedad y densidad aparente que lo hace muy inflamable, por lo que se exponen grandes cantidades de minerales. Las semillas viables no son una estrategia de regeneración importante después de la perturbación, debido a la gran cantidad de desperdicios consumidos; la dinámica de la población arbórea refleja la mortalidad y su regeneración (Kuusela, 1992).

Efectos de la deforestación y degradación

La deforestación tiene efectos negativos para el medio ambiente. El impacto más dramático es la pérdida del hábitat de especies. Setenta por ciento de los animales y plantas habitan los bosques de la tierra y ciertas especies no pueden sobrevivir la deforestación (Kuusela, 1992).

Sumit *et al.* (2012), en su estudio de causas-efectos y estrategias de control, reportan que una fuerte deforestación en el mundo, se presentó en bosques tropicales en el periodo de 1990 a 2010 (1990-2000 una tasa de deforestación de 16 millones de ha/año y 13 millones de ha/año del año 2000 al 2010). También menciona que del periodo de 1980 a 1990 se presentó una tasa de deforestación de 9.2 millones de hectáreas por año. Se puede notar un acto de conciencia con esa disminución en la última década (2000-2010). Sin embargo, algunos países tienen pérdidas muy altas por año y están en riesgo de perder todos sus bosques en la próxima década si se mantienen las tasas actuales de deforestación. Los bosques y el clima están intrínsecamente vinculados: pérdida de bosque y la degradación es a la vez una causa y un efecto de nuestro clima cambiante. El objetivo del programa REDD (WWF, 2011) es hacer que los bosques tropicales sean más valiosos como ecosistemas, proporcionando incentivos financieros a los países en desarrollo para que conserven sus bosques.

Cinco actividades integradas que se acordaron en la reunión de la CMNUCC en Cancún (Sasaki *et al.*, 2001):

1. Reducción de emisiones por deforestación
2. Reducción de emisiones por degradación forestal
3. Conservación de las reservas de carbono forestal
4. Manejo sostenible de los bosques
5. Aumento de las reservas de carbono

Se puede considerar como un efecto principal la ausencia de bosque donde existía. Los bosques boreales abastecen el 37% de la demanda mundial

de madera, producen el 45% de madera de coníferas extraída. Este aprovechamiento se ha venido realizando desde el siglo XVIII, al principio la extracción era desmedida, puesto que estaban lejos de aplicar un tratamiento silvícola, fue hasta decenios después, a mediados del siglo XIX cuando llegaron a la zona de transición se reconoce la función de la silvicultura; sin embargo, estas actividades trajeron consigo los claros de bosque existen o la ausencia del mismo (Hagner, 1995).

Otro efecto importante es el paisaje agrícola, ocupado por el 38% del total de la tierra. Entre 1972 y 1992 la agricultura tuvo un crecimiento del 8% y con ello la intensificación de los aprovechamientos ha hecho que la productividad global se incremente de forma exponencial. Gurrutxaga y Valencia (2010) mencionan que para el 2050 en los países en vías de desarrollo específicamente en Sudamérica y África, la agricultura puede crecer 30% más, mientras que para los países desarrollados se espera un descenso. El cambio de sistemas tradicionales, como cortinas rompevientos para dividir parcelas, la tala de aglomeraciones de árboles dispersos; así como la ampliación de las tierras cultivadas, alteran los patrones del paisaje agrícola tradicional. Por ejemplo, la pérdida de setos vivos en Inglaterra entre 1984 y 1993 fue de 158,000 km, con ello se pierde el hábitat de especies asociadas a los agrosistemas; la eliminación de vegetación espontánea repercute en numerosas especies que utilizaban los setos, o agrupación de árboles, como refugio, alimento, lugar de desplazamiento. También menciona que la sustitución de plantas que ya están adaptadas por otras de mayor valor comercial pero la uniformidad de tierras de labor. Aparte de esto, se vuelve un paisaje homogéneo, la utilización de monocultivos en extensas áreas repercute en la pérdida de heterogeneidad del mosaico paisajístico (Gurrutxaga y Valencia, 2010).

El fuego, es una perturbación natural en los bosques boreales, que se regeneran fácilmente después de un incendio, sin embargo, dependiendo de la intensidad y frecuencia, estos pueden alterar el equilibrio. A causa de los incendios devastadores que se produjeron en 1998, más de 2 millones de hectáreas de bosque de Rusia perdieron la mayor parte de sus principales funciones ecológicas. Los incendios intensos tienen efectos negativos sobre la diversidad vegetal. Las especies meridionales son vulnerables ya que se encuentran en el límite

septentrional de su área de distribución geográfica. Por ejemplo, en Rusia, los incendios de origen humano han contribuido a una reducción drástica de las poblaciones de 60 especies de plantas vasculares, 10 especies de hongos, ocho de líquenes y seis de musgo durante los dos o tres últimos decenios (Ball *et al.*, 2002).

En las zonas boreales de Canadá, la permanencia de bosques longevos, dependen del clima en las diferentes áreas, así como de los regímenes del fuego (Statistics Canada, 2018).

Estudios realizados en bosques boreales de Canadá (Bergeron *et al.*, 2004), concluyen que por medio del manejo forestal se puede lograr recrear paisajes pre-industriales, controlados por el fuego a lo largo de ese país. Los mismos autores indican que dicha situación no se refleja en bosques de Rusia, por lo que la incertidumbre acerca de los efectos del cambio climático, podría modificar los pronósticos existentes. De tal forma que es necesario enfatizar que los incendios determinan los modelos de sucesión que originan el mosaico de clases de edad y de comunidades en los ecosistemas; ya que en algunas partes del bosque existen refugios frente al fuego en lugares húmedos, a los que el fuego no llega en ocasiones durante cientos de años. Esos refugios son esenciales para el ecosistema forestal de la región boreal porque existen especies que sólo pueden sobrevivir en estos lugares y constituyen una fuente de semillas para recolonizar las zonas que fueron devastadas por los incendios forestales (Ball *et al.*, 2002).

En cuanto a la afectación por la pérdida de los bosques en términos socioeconómicos para el caso de América y en específico de Canadá, serían significativos, ya que para ese país el sector forestal proveyó en el 2016 alrededor de 205,660 empleos, así mismo el valor de las importaciones por concepto de productos forestales se estimó en \$29.5 billones de dólares para ese mismo año (Statistics, 2018). Considerando además que los bosques proveen de diferentes servicios ambientales tales como filtración de agua, purificación del aire, secuestro de carbono, servicios recreativos y espirituales.

Si bien, los efectos del cambio climático global han resaltado a los ecosistemas forestales como un elemento clave en la reducción de la concentración de carbono atmosférico por medio de la fotosíntesis (Fragoso-López *et al.*, 2017); un efecto importante de la degradación y deforestación de los mismos, sería la eminente pérdida de este elemento de

captura de carbono atmosférico.

Conclusiones

De acuerdo a los expuesto y analizado en este documento, se vislumbra que una de las principales causas de la deforestación y degradación en el bosque boreal es el fuego, ya que a pesar de que puede existir una relación favorable de este con los ecosistemas, al alterarse los patrones naturales del mismo, se modifican su frecuencia e intensidad.

El cambio de uso de suelo significa otra causa importante en la deforestación y degradación, sea este por ampliación de la frontera agrícola o por asentamientos humanos o actividades industriales, siendo mayor la degradación por estos últimos, lo que conlleva a una mayor dificultad para lograr la reversibilidad del proceso.

Un efecto importante desde punto de vista económico, considerando que los bosques boreales satisfacen el 37% de la madera mundial, al no existir éstos, podría significar un gran impacto económico para la actividad forestal de aquellos países que contribuyen actualmente a esta producción.

Por otra parte, además del efecto directo de perder estos importantes ecosistemas, se perdería su valiosa contribución de los servicios ecosistémicos. El efecto indirecto de la pérdida de los bosques boreales, se podría ver reflejado en una mayor presión sobre otro tipo de bosques, ya que sobre estos recaería el suplir la demanda de madera y otros productos, que actualmente satisfacen los bosques boreales. Pudiendo de esta manera acrecentarse los procesos de deforestación y degradación de ecosistemas en otras regiones del planeta.

Los bosques boreales han presentado un cambio gradual a lo largo de los últimos 25 años, sin embargo, a pesar de que en Norteamérica y Europa se aplican programas de manejo enfocados al aumento tanto del área forestal como de la protección de estos ecosistemas, es necesario el considerar la respuesta de los mismos ante un mundo cambiante, con la finalidad de garantizar la permanencia de dichos ecosistemas y los beneficios que se obtienen de ellos.

Referencias

Altamirano, A. 2010. Deforestación en ecosistemas templados de la precordillera andina del centro-sur de Chile.

- BOSQUE. 31(1):53-64.
- Angelsen, A., S. Brown, C. Loisel, L. Peskett. 2009. Reducción de Emisiones de la deforestación y la degradación de bosques (REDD): Reporte de Evaluación de Opciones. Meridian Institute.
- Armenteras, D., M. González, J. Retana, M. Espelta. 2016. Degradación de bosques en Latinoamérica: Síntesis conceptual, metodologías de evaluación y casos de estudio nacionales. Publicado por IBERO-REDD+
- Ball, J., I. Bourke, S. Braatz, D. Kneeland, M. Morell, A. Perlis, L. Russo, M. Wilkie. 2002. Diversidad biológica forestal. Revista internacional de silvicultura e industrias forestales. ONU. Unasylyva – 209(53):16-24.
- Bergeron, Y., M. Flannigan, S. Gauthier, A. Leduc, P. Lefort. 2004. Past, Current and Future Fire Frequency in the Canadian Boreal Forest: Implications for Sustainable Forest Management. *Ambio* 33(6):356-360.
- Bernier, P., D. Schoene. 2009. La adaptación de los bosques y su ordenación al cambio climático: una visión de conjunto. *Unasylyva* 60:231-232.
- Budiharta, S., E. Meijaard, D. Erskine. 2014. Restoring degraded tropical forests for carbon and biodiversity. *Environ Res Lett.* <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/9/11/114020>
- Bustamante, M., I. Roitman, T. Aide, A. Alencar, L. Anderso, L. Aragão, G. Asner, J. Barlow, E. Berenguer, J. Chambers, H. Costa, T. Fanin, G. Ferreira, N. Ferreira, M. Keller, E. Magnusson, L. Morales, D. Morton, J. Ometto, M. Palace, C. Peres, D. Silvério, S. Trumbore, G. Vieira. 2015. Towards an integrated monitoring framework to assess the effects of tropical forest degradation and recovery on carbon stocks and biodiversity. *Glob Change.* <https://doi.org/10.1111/gcb.13087>
- Coppin, P., I. Jonckheere, K. Nackaerts, B. Muys. 2004. Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review. *International Journal of Remote Sensing* 25(9):1565-1596.
- Challenger, A., y J. Soberón. 2008. Los ecosistemas terrestres, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 87-108.
- D'Almeida, C., C. Vorosmarty, J. Marengo, G. Hurtt, S. Dingman, B. Keim. 2006. A water balance model to study the hydrological response to different scenarios of deforestation in Amazonia. *Journal of Hydrology* 331:125-136.
- Donald, P. 2004. Biodiversity impacts of some agricultural commodity production systems. *Conservation Biology.* 18:17-37.
- Echeverría, C., D. Coomes, J. Salas, J. Rey-Benayas, A. Lara, A. Newton. 2006. Rapid deforestation and fragmentation of Chilean temperate forests. *Biological Conservation* 130:481-494.
- FAO. 2001. Global Forest Resources Assessment 2000. Main report. FAO Forestry Paper 140. ISSN 0258-6150. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/Y1997E/FRA%2000%20Main%20report.pdf>
- FAO. 2016. Global Forest Resources Assessment 2015: How are the world's forests changing?. Second edition. Rome, Italy. 44 p. Recuperado: <http://www.fao.org/3/a-i4793e.pdf>
- Fragoso-López, P., R. Rodríguez-Laguna, E. Otazo-Sánchez, C. González-Ramírez, J. Valdéz-Lazalde, H. Cortés-Blobaum, R. Razo-Zárate. 2017. Carbon Sequestration in Protected Areas: A Case Study of an *Abies religiosa* (H.B.K.) Schlecht. et Cham Forest. *Forests*, 8(11): 429; doi:10.3390/f8110429.
- Gurrutxaga, M. y P. J. L. Valencia. (2010). Causas de los procesos territoriales de fragmentación de hábitats. *Lurralde: Inves. Espac*, 33, 147-158.
- Hagner, S. 1995. Silvicultura en los bosques boreales. Corporativo: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación., Roma, Italia. *Unasylyva.* 46(181):18-25.
- Hari, P., L. Kulmala. 2009. Boreal Forest and Climate Change. Capitulo 5 y 10. University of Helsinki. Springer Science. Helsinki, Finland. ISBN 978-1-4020-8717-2 e-ISBN 978-1-4020-8718-9. 582p.
- Herold, M., M. Román-Cuesta, D. Mollicone, Y. Hirata, P. Van Laake, P. Asner, C. Souza, M. Skutsch, V. Avitabile, K. MacDicken. 2011. Options for monitoring and estimating historical carbon emissions from forest degradation in the context of REDD+. *Carbon Balance and Management*, December 2011, 6:13. Doi 10.1186/1750-0680-6-13.
- IBFRA. 2019. International Boreal Forest Research Association. <http://ibfra.org/about-boreal-forests>
- Jhonsen, E. 1992. Fire and Vegetation Dynamics: Studies from the North American Boreal Forest. Cambridge University Press. Cambridge, Great Britain. pp 2-6.
- Kuusela, K., 1992. Reseña de los bosques boreales. En los bosques boreales. *Unasylyva*, FAO, 43(170):22.
- Lanly, P., 2003. Los factores de la deforestación y de la degradación de los bosques. XII Congreso Forestal Mundial. Quebec, Canadá.
- Leopold, A.S. 1950. Vegetation zones of Mexico. *Ecology* 31: 507-518.
- López-Colón J., J. García-Cano. 2011. Los bosques boreales. *Ecologistas en Acción. Revista El Ecologista* nº 71. 68p.
- Lund, H. 2009. What is a degraded forest?. White Paper on Forest Degradation Definitions Prepared for FAO. Forest Information Services. Gainesville, VA, USA. 39p.
- Sasaki, N., E. Putz. 2009. Critical need for new definitions of “forest” and “forest degradation” in global climate change agreements. *Conserv Lett* 2:226-232. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2009.00067.x>
- Sasaki, N., G. Asner, W. Knorr. 2011. Approaches to classifying and restoring degraded tropical forests for the anticipated REDD+ climate change mitigation mechanism. *Forest - Biogeosciences For* 4:1-6. <https://doi.org/10.3832/for0556-004>
- Simula, M. 2009. Hacia una definición de Degradación de los bosques: Análisis comparativo de las definiciones existentes. Roma, Italia. 54p.
- Souza, M., V. Siqueira, H. Sales. 2013. Ten year landsat classification of deforestation and forest degradation in the brazilian amazon. *Remote Sens* 5:5493-5513. <https://doi.org/10.3390/rs5115493>
- Statistics Canada. 2018. Human Activity and the Environment: Forest in Canada. Statistics Canada. Minister of Industry. Ottawa, Canada. 69 p.
- Sumit, C, S. Ghosh, C. Suresh, A. Dey, G. Shukla. 2012. Deforestation: Causes, Effects and Control Strategies. *Global Perspectives on Sustainable Forest Management.* InTech. ISBN: 978-953-51-0569-5. 300p. Recuperado: <http://www.intechopen.com/books/globalperspectives-on-sustainable-forest-management/deforestation-causes-effects-and-control-strategies>
- Sun, G., S. McNulty, J. Lu, D. Amatya, Y. Liang, R. Kolka. 2005. Regional annual water yield from forest lands and

- its response to potential deforestation across the southeastern United States. *Journal of Hydrology* 308:258-268.
- Tarrasón, D., T. Urrutia, F. Ravera. 2010. Conservation status of tropical dry forest remnants in Nicaragua: Do ecological indicators and social perception tally? *Biodivers Conserv* 19:813–827. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-009-9736-x>
- Thompson, D., R. Guariguata, K. Okabe. 2013. An Operational Framework for Defining and Monitoring Forest Degradation. *Ecol Soc* 18:art 20. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05443-180220>
- World Wildlife Fund (WWF). 2011. Bosques y clima: REDD+ en un punto decisivo. Informe bosques vivos de wwf: capítulo 3.