



INCREMENTO DE INCENDIOS FORESTALES EN AMÉRICA LATINA: PROBLEMÁTICA, CAUSAS E IMPACTOS EN LA BIODIVERSIDAD, 2005-2021

INCREASE IN FOREST FIRES IN LATIN AMERICA: PROBLEMS, CAUSES AND IMPACTS ON BIODIVERSITY, 2005-2021

AUMENTO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NA AMÉRICA LATINA: PROBLEMAS, CAUSAS E IMPACTOS NA BIODIVERSIDADE, 2005-2021

Resumen

Ricardo Alfonso Arce Vizcarra

richeto@hotmail.com

Universidad César Vallejo, Piura - Perú.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8474-9980>

Juan De La Cruz-Lozado

dlozadoj@ucvvirtual.edu.pe

Universidad César Vallejo, Piura - Perú.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5184-8760>

REVISTA TSE'DE

Instituto Superior Tecnológico

Tsa'chila

ISSN: 2600-5557

La frecuencia de incendios forestales se ha incrementado severamente en las últimas décadas, sus impactos en ecosistemas andinos y amazónicos pueden ser abordados desde distintas disciplinas. Como primera aproximación, el objetivo de este artículo, es caracterizar las causas e impactos de los incendios forestales en regiones tropicales a partir de los enfoques climáticos, vegetativos y/o antrópicos. La metodología es basada en el análisis de investigaciones científicas publicadas en diferentes bases de datos. Estas indican que un impacto de los incendios es que la recuperación de los bosques tiende a demorar mucho más en zonas donde hubo incendios. Los factores climáticos (sequías) también evidencian causalidad en el incremento severo de incendios forestales en regiones tropicales. Ante esta problemática, las investigaciones sugieren que los factores vegetativos (combustible forestal) y antrópicos (agente de ignición mediante quemadas) debieran ser considerados en la gestión de los incendios forestales para reducir impactos mediante medidas de adaptación.

Palabras claves: Conservación de la naturaleza, Reservas de la biosfera, Patrimonio común universal, Equilibrio ecológico.



Abstract

The frequency of forest fires has increased severely in recent decades, their impacts on Andean and Amazonian ecosystems can be addressed from different disciplines. As a first approximation, the objective of this article is to characterize the causes and impacts of forest fires in tropical regions from climatic, vegetative and/or anthropic approaches. The methodology is based on the analysis of scientific research published in different databases. These indicate that one impact of the fires is that forest recovery tends to take much longer in areas where there were fires. Climatic factors (droughts) also show causality in the severe increase in forest fires in tropical regions. Faced with this problem, research suggests that vegetative factors (forest fuel) and anthropic factors (ignition agent through burning) should be considered in the management of forest fires to reduce impacts through adaptation measures.

Keywords: Nature conservation, Biosphere Reserves, Universal common heritage, Ecological balance.

Periodicidad Semestral

Vol. 5, núm. 1

revistatsede@tsachila.edu.ec

Recepción: 2 de marzo -
2022

Aprobación: 24 de febrero -
2022

Publicación: 10 de junio-
2022

URL:

<http://tsachila.edu.ec/ojs/index.php/TSEDE/issue/archive>

Revista Tse'de, Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.



Resumo

A frequência de incêndios florestais aumentou severamente nas últimas décadas, seus impactos nos ecossistemas andinos e amazônicos podem ser abordados a partir de diferentes disciplinas. Como primeira aproximação, o objetivo deste artigo é caracterizar as causas e impactos dos incêndios florestais em regiões tropicais a partir de abordagens climáticas, vegetativas e/ou antrópicas. A metodologia baseia-se na análise de pesquisas científicas publicadas em diferentes bases de dados. Estes indicam que um impacto dos incêndios é que a recuperação da floresta tende a demorar muito mais em áreas onde houve incêndios. Fatores climáticos (secas) também mostram causalidade no aumento severo de incêndios florestais em regiões tropicais. Diante desse problema, pesquisas sugerem que fatores vegetativos (combustível florestal) e fatores antrópicos (agente de ignição por queima) devem ser considerados no manejo de incêndios florestais para reduzir os impactos por meio de medidas de adaptação.

Palavras-chave: Conservação da Natureza, Reservas da Biosfera, Patrimônio Comum Universal, Equilíbrio Ecológico.

Introducción

La actividad de los incendios en los Andes y Amazonía sudamericana ha aumentado significativamente en las últimas décadas (Silva et al., 2018; Viegas, 2018; Zubieta et al., 2019). Los incendios forestales y la deforestación se han destacado como las principales causas de la degradación forestal en la Amazonía en los últimos años (Aragão & Shimabukuro, 2010; Barlow et al., 2016). Por ejemplo, Souza et al (2013) estimó que cada año, la degradación forestal representa un área del 30% del tamaño del área deforestada anualmente en la Amazonia brasileña. En comparación, los Andes del Perú, aproximadamente, 10,000 incendios forestales han afectado 367,000 Ha. de cobertura vegetal solo entre 2018 y 2019 (SERFOR, 2020). Los cambios en la actividad del fuego representan algunos de las más importantes consecuencias ecológicas del cambio climático, que pueden cambiar las propiedades hidrológicas en ecosistemas andino amazónicos (Oliveras et al., 2018; Román-Cuesta et al., 2014; Silva et al., 2018).

La frecuencia de los incendios forestales varía estacionalmente y los incendios tienen un impacto severo en los ecosistemas amazónicos y andinos (Zubieta et al., 2019). Aunque la dinámica local de los incendios forestales puede verse influenciada por la actividad humana (SERFOR, 2018), las respuestas también parecen estar influenciadas por las oscilaciones climáticas (All et al., 2017). Este es el caso de las sequías de 2005 y 2010 que se caracterizaron por el debilitamiento de los vientos alisios, lo que redujo el transporte estacional de humedad desde el océano Atlántico a la Amazonía y finalmente hacia los Andes (Espinoza et al., 2011; Marengo & Espinoza, 2016). Asimismo, la disminución de las precipitaciones en los Andes y Amazonía también se asocia con un incremento de la temperatura superficial del mar en el Pacífico central durante un evento El Niño (Jiménez et al., 2021; Lagos et al., 2008; Lavado-Casimiro & Espinoza, 2014; Sulca et al., 2021).

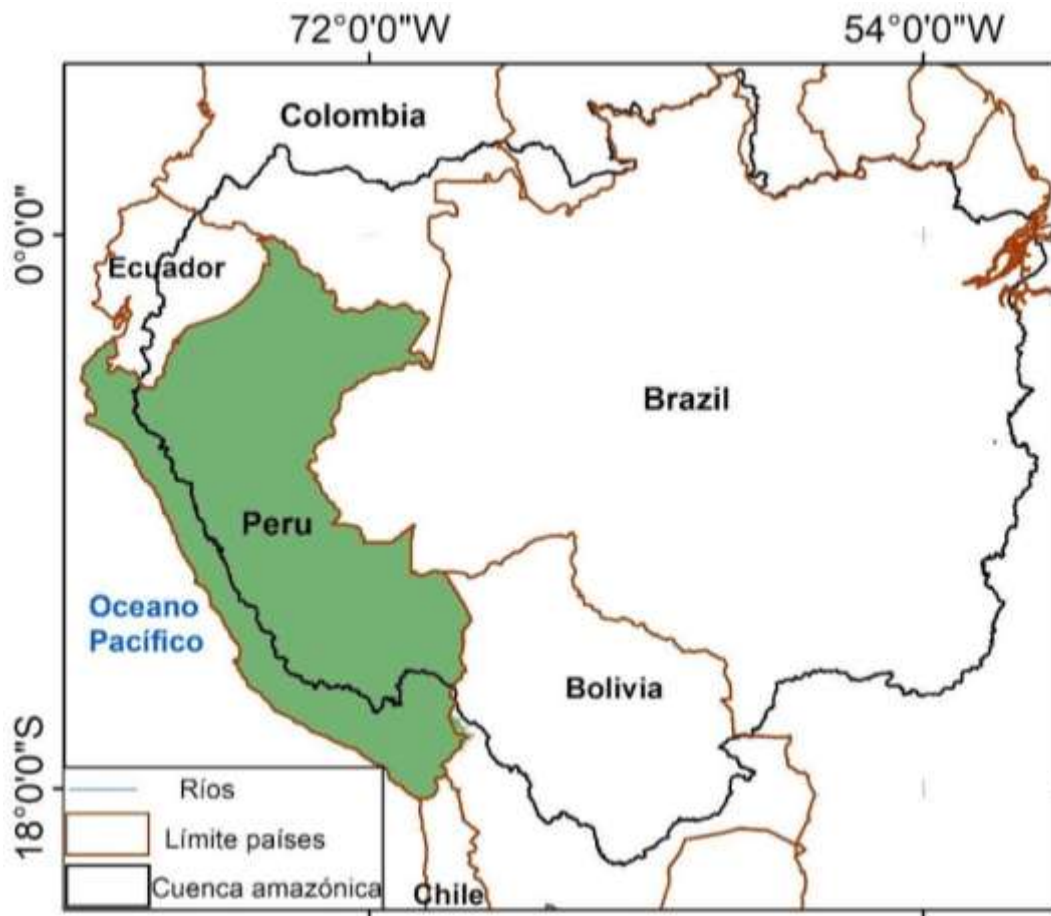


Figura 1. Mapa de ubicación de la cuenca amazónica

En contexto, los aumentos en la frecuencia de los incendios forestales en la cuenca amazónica están usualmente interrelacionado con eventos de sequía extrema (Marengo & Espinoza, 2016) y que ejercen causalidad para la ocurrencia de incendios los Andes (Román-Cuesta et al., 2014; Zubieta et al., 2019). Esto sucede porque se dan las condiciones secas que contribuyen a elevar el potencial del incendio mediante el incremento de la conformación de un combustible forestal o vegetal (vegetación seca) (Kauffman et al., 1988; Bush et al., 2005). En regiones de alta montaña, un posible mecanismo causal es también una sucesión de condiciones climáticas como la Heladas que ayudan a degradar los pastos y aumentar su flamabilidad futura (I. Oliveras et al., 2014; Román-Cuesta et al., 2014). Un paisaje con elevada conformación de combustible

forestal y alta ocurrencia de incendios, puede ser analizado para identificar dónde hay mayores riesgos para la comunidad. Éste es el caso de la región oeste de la cuenca amazónica en el sur del Perú (Fig. 1). Esta región Andina, presenta un muy alto peligro de incendios forestales (entre ellas las regiones: Cusco, Arequipa, Apurímac, Puno) (Manta et al., 2018).

A diferencia de la Amazonía donde los incendios se desarrollan predominantemente en bosques. En los Andes estos eventos (80% de su ocurrencia) se desarrollan principalmente en pastizales Altoandinos (Manta et al., 2018; Román-Cuesta et al., 2014; Zubieta et al., 2019). En vista que la supresión o apagado de incendios pareciese una política poco eficaz (Keating, 2007). Para reducir los impactos de los incendios forestales, los responsables de la toma de decisiones, los servicios y atención a emergencias, las comunidades campesinas y el público necesitan la mejor información técnico científica posible para la gestión adecuada de esta problemática. No obstante, los sistemas o servicios de prevención son escasos o inadecuados y mucho menos articulan con la población. El objetivo de este artículo es caracterizar los factores asociados a las causas e impactos de los incendios forestales en ecosistemas tropicales.

El objetivo de esta revisión es analizar, sintetizar las mejores evidencias científicas que caracterizan las causas e impactos de los incendios forestales en regiones tropicales a partir del enfoque ambiental y en sus aspectos climáticos, vegetativos y/o antrópicos.

Desarrollo de secciones

La ocurrencia de incendios forestales se identifica mediante los reportes proporcionados por el Sistema Nacional de Información de Respuesta y Rehabilitación (SINPAD), que es administrado por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) del Perú (MINAM, 2018).

La ubicación del incendio forestal es solo aproximada; se verifica mediante reportajes

periodísticos y análisis de disminución de índices de vegetación en base a datos satelitales. Los datos se gestionan mediante sistemas de información geográfica (SIG). Este conjunto de datos, se utilizó para estudiar la relación entre la ocurrencia de incendios forestales y El Niño en Perú para el período 2000-2018 (Zubieta et al., 2019). El aspecto metodológico a tener presente en este artículo es bajo un enfoque de análisis mixto.

La ocurrencia de incendios forestales es asociada principalmente a factores climáticos, vegetativos (combustible forestal) y antrópicos (rol de la población como factor de ignición) (Manta et al., 2018; Marengo & Espinoza, 2016; Oliveras et al., 2018; Román-Cuesta et al., 2014; Zubieta et al., 2019). La búsqueda de estudios se basó principalmente en artículos científicos publicados en revistas internacionales indizadas, que describen las causas e impactos en la ocurrencia de incendios forestales. En contexto, los artículos son evaluados entre sí y discutidos para analizar los factores que interrelacionan en la ocurrencia de incendios forestales y que han conducido a un incremento de incendios en las últimas décadas.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó a partir de una revisión sistemática de documentos y estudios relacionados las causas e impactos de los incendios forestales en regiones tropicales durante el periodo del 2005 al 2021. Para analizar la distribución espacial de incendios en el Perú, ubicada en la región oeste de la cuenca Amazónica entre 2005 y 2020 (Fig. 1) se recopiló datos del registro nacional de incendios forestales provisto por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2018), un registro histórico que se actualiza diariamente (<http://geoservidor.minam.gob.pe/monitoreo-y-evaluacion/registros-historicos-cfoi/>).

También se incluyeron el análisis de evidencias científicas publicadas en diferentes bases de datos especializadas como Scopus, EBSCO, Google Académico, ProQuest y en los

repositorios institucionales del INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) y del SERFOR (Servicio Nacional Forestal de Fauna Silvestre), entre otras.

La información contenida en estas bases de datos precisó que los impactos de los incendios son determinantes para la recuperación de los bosques y que tienden a consumir mucho más tiempo en las zonas donde hubo incendios. Además, se menciona que los factores climáticos (sequías) también son una causalidad para el incremento severo de los incendios forestales en regiones tropicales.

En el proceso de la revisión no se tuvo en cuenta las restricciones de idiomas y se incluyeron todos los artículos que aportarían información relevante sobre el impacto e impactos de los incendios forestales en regiones tropicales durante el periodo del 2005 al 2021.

Resultados y discusión

En el caso del Perú, los incendios están predominantemente ubicados en zona de alta montaña (Fig. 1). Esto es consistente con lo documentado por Manta et al., 2018; SERFOR, 2018, 2020 y Zubieta et al., 2019. Para caracterizar, como primera aproximación, se consideraron los siguientes factores: causas e impactos en la ocurrencia de incendios forestales en zonas tropicales.

En el cuadro 01 se estructuró un cuadro de comparación que describen los principales resultados de investigaciones seleccionadas y desarrolladas entre los años 2013 y 2018.

Cuadro 01

Artículos analizados para la caracterización de la interrelación de factores en la ocurrencia de incendios forestales: causas e impactos.

Artículo	Estudio	Método	Resultado	Conclusión
----------	---------	--------	-----------	------------

<p>1. Román-Cuesta, R. M., Carmona-Moreno, C., Lizcano, G., New, M., Silman, M., Knoke, T., Malhi, Y., Oliveras, I., Asbjornsen, H., & Vuille, M. (2014). Synchronous fire activity in the tropical high Andes: an indication of regional climate forcing. <i>Global change biology</i>, 20(6), 1929–1942. https://doi.org/10.1111/1/gcb.12538</p>	<p>Laboratorio</p>	<p>Análisis de tendencias del fuego en regiones alto andinas entre Colombia y Bolivia (análisis de datos climáticos)</p>	<p>No se encuentra evidencia del incremento de la actividad del fuego con la elevación. Pero si un incremento de incendios ante la influencia del clima.</p>	<p>La variabilidad de El Niño no muestra una significativa relación con la actividad del Fuego. El clima es principal impulsor del incremento de la actividad del fuego.</p>
<p>2. Oliveras, Imma, Román-Cuesta, R. M., Urquiaga-Flores, E., Quintano Loayza, J. A., Kala, J., Huamán, V., Lizárraga, N., Sans, G., Quispe, K., Lopez, E., Lopez, D., Cuba Torres, I., Enquist, B. J., & Malhi, Y. (2018). Fire effects and ecological recovery pathways of tropical montane cloud forests along a time chronosequence. <i>Global Change Biology</i>, 24(2), 758–772. https://doi.org/10.1111/1/gcb.13951</p>	<p>Laboratorio</p>	<p>Análisis secuencial de los efectos del fuego y la recuperación de bosques tropicales de montaña (tasa de cambio de reserva de carbón, estructura forestal, tamaño de árboles etc.).</p>	<p>Se documenta la recuperación del stock de carbono. En términos de estructura forestal, hubo un aumento en el número de pequeños tallos en bosques quemados entre 5 y 9 años después del incendio.</p>	<p>Los resultados sugieren tasas de recuperación más rápidas, pero a expensas de la biodiversidad y las reservas de Carbono.</p>

<p>3. Silva, S. S. da, Fearnside, P. M., Graça, P. M. L. de A., Brown, I. F., Alencar, A., & Melo, A. W. F. de. (2018). Dynamics of forest fires in the southwestern Amazon. <i>Forest Ecology and Management</i>, 424(April), 312–322. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.04.04</p> <p>1</p>	<p>Laboratorio</p>	<p>Mapeo para la reconstrucción de la historia del fuego en el estado del Acre en Brasil, para entender el régimen de los incendios forestales. Un índice de quemas obtenido a partir fracción de suelo y material fotosintético y no fotosintético (1984 - 2016) fue empleado con imágenes Landsat</p>	<p>Los años 2005 y 2010 representan el 90% del área total de incendios forestales en la región del Acre, coincidiendo con severas Sequías causadas por el calentamiento anómalo del Océano Atlántico Norte tropical.</p>	<p>El área de incendios forestales fue 36 veces mayor entre 2000-2016, en comparación con 16 años antes del 2000. los incendios aumentaron drásticamente e aproximadamente de 1 incendio cada diez años (1984-2004) a 1 incendio cada 5 años (2005-2016). Ante las proyecciones de un clima más cálido y una deforestación avanzada, los incendios forestales en Acre pasarían a ser más intensos y frecuentes.</p>
--	--------------------	---	--	---

<p>4. Oliveras, I.; Malhi, Y.; Salinas, N.; Huaman, V.; Urquiaga, E. Changes in Forest Structure and Composition after Fire in Tropical Montane Cloud Forests near the Andean Treeline. <i>Plant Ecol. Divers.</i> 2013, 7 (1--2), 1–11. https://doi.org/10.1080/17550874.2013.816800.</p>	<p>Laboratorio</p>	<p>Se evaluaron los cambios en la estructura y la diversidad del bosque en 15 parcelas en bosques quemados y no quemados, a lo largo de una cronosecuencia de fuego. Las especies se clasificaron como sensibles al fuego, supervivientes o prósperas del fuego, utilizando un índice de tolerancia al fuego.</p>	<p>Hubo más árboles de tamaño pequeño-mediano en las parcelas quemadas. Hubo cambios en el valor de la importancia y la diversidad de especies entre las parcelas. De las 73 especies hubo 39 sensibles al fuego, 19 supervivientes de incendios y 14 prósperas de incendios. La capacidad de germinación y la biomasa mostraron una relación positiva con la tolerancia al fuego.</p>	<p>Hubo efectos: A largo plazo (15 años) en la estructura y las especies del bosque. lo que sugiere que los bosques tropicales tardan más de 15 años en regenerarse de un incendio. Se necesitan estudios a largo plazo para comprender los patrones de regeneración.</p>
<p>5. Manta, M., Kometter, R., & Navia, A. (2018). Evaluation of wildfire danger in the Peruvian Andes: First step for its reduction and adaptation. 52–53. https://doi.org/10.14195/978-989-26-16-506_4</p>	<p>Laboratorio</p>	<p>Análisis de estadísticas de incendios forestales se utilizaron para analizar sus tendencias espaciales y temporales de 1973 a 2014 y mapear el peligro de incendio para el Perú.</p>	<p>Los incendios forestales se propagan en todos los departamentos de la sierra peruana (18) y la duración de la temporada de incendios aumentó de 4 a 12 meses en un año: agosto, septiembre y octubre son los meses con la mayor</p>	<p>Priorizar la implementación de estrategias para reducir impactos y adaptarse a los incendios forestales. Ya que la severidad del fuego podría intensificarse</p>

			ocurrencia de incendios forestales, actualmente.	sobre la vegetación natural andina y su afectar su rol en La regulación del ciclo hidrológico y climático.
6. Corona, P.; Ascoli, D.; Barbati, A.; Bovio, G.; Colangelo, G.; Elia, M.; Garfi, V.; Iovino, F.; Laforteza, R.; Leone, V.; Lovreglio, R.; Marchetti, M.; Marchi, E.; Menguzzato, G.; Nocentini, S.; Picchio, R.; Portoghesi, L.; Puletti, N.; Sanesi, G.; Chianucci, F. Integrated Forest Management to Prevent Wildfires under Mediterranean Environments. Ann. Silv. Res. 2015, 39 (1), 1–22. https://doi.org/10.12899/ASR-946 .	Laboratorio	Integración de los aspectos ecológicos, regulatorios, procedimentales y técnicos. aspectos de la gestión forestal para la prevención de incendios en entornos mediterráneos.	Propuestas metodológicas secuenciales: a) proporcionar un escenario de incendios; b) ilustrar antecedentes de la gestión de combustibles forestales; c) describir técnicas de gestión de combustible para la prevención de incendios en interfaces forestales y urbanas; d) asignar las actividades de prevención a partir de planificación forestal.	El artículo de revisión se enfoca en los profesionales, técnicos y personal gubernamental involucrados en la gestión forestal y ambiental.

Román-Cuesta et al. (2014) sobre el pensamiento analítico argumenta que la “variabilidad de El Niño no muestra una significativa relación con la actividad del Fuego entre Colombia y Bolivia. No obstante, se estima que el clima es el principal impulsor del incremento de la actividad del fuego en los Andes.

Silva et al. (2018) sobre un pensamiento analítico y crítico sostiene que el área de incendios forestales fue 36 veces mayor entre 2000-2016, en comparación con 16 años antes del 2000. Ante las proyecciones de un clima más cálido y una deforestación avanzada, los incendios forestales en la región del Acre en Brasil serían más intensos y frecuentes.

Oliveras et al. (2013) sobre un pensamiento analítico y crítico documenta que hubo impactos inmediatos y a largo plazo (15 años) de los incendios en la estructura y las especies del bosque. Lo que sugiere que los bosques tropicales tardan más de 15 años en regenerarse de un incendio. Se necesitan estudios a largo plazo para comprender los patrones de regeneración.

Asimismo, Oliveras et al. (2018), también sobre un pensamiento analítico determina que las tasas de recuperación son más rápidas (5 a 9 años) que las informadas anteriormente en otros estudios, pero a expensas de la biodiversidad y las reservas de carbono en bosques de montaña.

De otro lado, Manta et al. (2018), sobre un pensamiento reflexivo y deductivo sostiene que en el Perú se debe priorizar la implementación de estrategias para reducir impactos y adaptarse a los incendios forestales. Ya que la severidad del fuego podría intensificarse sobre la vegetación natural andina y su afectar su rol en La regulación del ciclo hidrológico y climático.

Finalmente, con fines de comparación se analizó el artículo de Corona et al. (2015), sobre un pensamiento crítico y deductivo, informa acerca de la importancia de una gestión forestal integrada para prevenir incendios forestales en regiones del Mediterráneo.

Para profundizar el análisis acerca de los impactos de los incendios y su problemática en su América Latina, se presenta los resultados de 8 investigaciones bien detalladas (cuadro 02).

Cuadro 02

Artículos analizados para la caracterización de impactos de los factores en la ocurrencia de incendios forestales: causas e impactos.

Artículo	Estudio	Método	Resultado	Conclusión
1. Cruz-Núñez, X.; Bulnes-Aquino, E. Emission Impact of Wildfires: El Tepozteco 2016. <i>Atmosfera</i> 2019, 32 (2), 85–93. https://doi.org/10.20937/ATM.2019.32.02.01 .	Laboratorio	Mediante modelado de trayectoria de contaminantes, este estudio evalúa el potencial de afectación de un incendio forestal en el Parque Nacional El Tepozteco en el estado de Morelos, México, sobre la salud de los pobladores.	Los resultados muestran que los habitantes de las poblaciones adyacentes no estuvieron expuestos a niveles de riesgo de acuerdo con las regulaciones nacional e internacional debido a que la trayectoria de dispersión de los contaminantes no impactó en poblaciones.	En México es necesario priorizar la prevención, monitoreo y medidas de mitigación de los incendios causados por seres humanos.
2. Bruera, B. M.; González, F. A. I. Deforestación, Incendios Forestales y Expansión de La Frontera Agrícola En El Norte Grande Argentino (2007-2018). <i>Rev. la Fac. Ciencias Económicas</i> 2021, 26 (1), 127. https://doi.org/10.30972/rfce.2615038 .	Laboratorio	Análisis de regresión con efectos fijos temporales y geográficos y controles socio-económicos. La información proviene de múltiples organismos oficiales (ministerios nacionales, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Instituto Geográfico	Los precios de los principales cultivos agrícolas se asocian a un aumento en la deforestación. Asimismo, se observa una expansión de las superficies sembradas en los casos de la Soja y el Girasol.	Los hallazgos constituyen un llamado de atención en favor de la protección del bosque nativo argentino en un contexto de acelerada deforestación y cambio climático.

		Nacional, entre otros).		
3. Martínez-Cruz, Juan, & Ibarra-Manríquez, Guillermo. (2012). Áreas prioritarias de conservación para la flora leñosa del Estado de Colima, México. Acta botánica mexicana, (99), 31-53. Recuperado en 03 de febrero de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-71512012000200003&lng=es&tlng=es .	Laboratorio	Análisis de las prioridades de conservación de su flora leñosa (árboles y lianas), usando métodos de planeación de la conservación (transectos, grupos indicadores ...).	Los taxones de reservas desempeñan un papel muy relevante, ya que permiten la protección de 67.4% del total de especies y 72.5% de las endémicas.	Se enfatiza la necesidad de generar información similar para establecer un sistema más representativo de las áreas de conservación.
4. Armenteras, Dolors, González, Tania Marisol, Vargas Ríos, Orlando, Meza Elizalde, María Constanza, & Oliveras, Imma. (2020). Incendios en ecosistemas del norte de Suramérica: avances en la ecología del fuego tropical en Colombia, Ecuador y Perú. Caldasia, 42(1), 1-16. https://doi.org/10.15	Revisión	Revisión de los conocimientos actuales sobre incendios tropicales. ecología en Colombia, Ecuador y Perú.	Proporciona una idea de la situación espacial y patrones temporales del fuego, los efectos sobre los ecosistemas y la dinámica post-incendio.	Son evidentes los grandes vacíos de conocimiento sobre la ecología del fuego en varios ecosistemas de estas regiones.

446/caldasias.v42n1.773 53				
<p>5. Huerta-Martínez, F. M.; Ibarra-Montoya, J. L. Incendios En El Bosque La Primavera (Jalisco, México): Un Acercamiento a sus Posibles Causas y Consecuencias. CienciaUAT 2014, 9 (1), 23. https://doi.org/10.29059/cienciauat.v9i1.304.</p>	Laboratorio	<p>Generación de 12 mapas de zonas incendiadas en un SIG. El Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP), ubicada en Jalisco-México (periodo 1998 - 2012),</p>	<p>La tasa de pérdida anual de masa forestal, producto de los incendios fue de 1.31 %. Entre las principales causas destaca la práctica agronómica de quema y la acumulación de material combustible, que, sumado a sequías y fuertes vientos, deriva en grandes incendios.</p>	<p>Ante el incremento en la pérdida de bosques por causa del fuego. Es necesario implementar la prevención de incendios y el uso adecuado del fuego.</p>
<p>6. Verzino, Graciela, & Joseau, Jacqueline, & Dorado, Mónica, & Gellert, Edgardo, & Rodríguez Reartes, Sandra, & Nobile, Raúl (2005). Impacto de los incendios sobre la diversidad vegetal, Sierras de Córdoba, Argentina. Ecología Aplicada, 4(1-2),25-34.[fecha de Consulta 2 de Febrero de 2022]. ISSN: 1726-2216. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34100204</p>	Laboratorio	<p>Se aplicó un diseño de grupos de experimentos con cuatro repeticiones en parcelas de control. En cada parcela se midieron árboles, regeneración, cobertura y espesor del mantillo.</p>	<p>La riqueza de especies arbóreas, no presenta cambios por incendios. Pero, fue sustancialmente menor, aún nueve años después de ocurrido el incendio en las especies arbustivas. Mientras las especies herbáceas aumentaron al año siguiente del incendio, pero luego equilibrándose.</p>	<p>La abundancia de la regeneración de las especies arbóreas y arbustivas, así como su diversidad, resultaron menores en los sitios incendiados. Estos resultados, permitieron cuantificar el grado de alteración de la diversidad y estructura del Bosque montano a causa de los incendios, la que</p>

				se mantiene nueve años después.
<p>7. Bodi, M. B.; Cerddà, A.; Mataix-Solera, J.; Doerr, S. H. Efectos de Los Incendios Forestales En La Vegetación y El Suelo En La Cuenca Mediterránea: Revisión Bibliográfica. Bol. la Asoc. Geogr. Esp. 2012, No. 58, 33–56. https://doi.org/10.21138/bage.2058.</p>	Revisión	Revisión de algunos de los principales impactos potenciales del fenómeno de biodiversidad vegetal.	El recubrimiento vegetal es relativamente rápido ante los efectos del fuego en el suelo y las tasas de erosión no suelen ser catastróficos excepto el primer año.	Los efectos pueden ser muy variables según la intensidad y severidad del fuego. Se concluye que se necesita una adecuada gestión del monte en la que no se obvие el fuego como elemento clave de los ecosistemas mediterráneos.
<p>8. Campo Parra-Lara, Álvaro del, & Bernal-Toro, Francia Helena (2010). Incendios de cobertura vegetal y biodiversidad: una mirada a los impactos y efectos ecológicos potenciales sobre la diversidad vegetal. El Hombre y la Máquina, (35),67-1. [fecha de Consulta 2 de Febrero de 2022]. ISSN: 0121-0777. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47817140008</p>	Revisión	Se revisó varios estudios sobre incendios de cobertura vegetal y biodiversidad y su gran importancia en la comprensión de las tensiones y conflictos que establece el desarrollo en las relaciones sociedad-naturaleza. Por lo tanto, en el artículo se precisa algunos impactos potenciales del fenómeno de	Los principales impactos y efectos ecológicos sobre las especies vegetales se derivan de la alteración de las condiciones micro climáticas necesarias para su reproducción y desarrollo.	Los cambios de uso del suelo y cambios climáticos de carácter global y regional, han conllevado a la alteración de los patrones naturales de ocurrencia de incendios.

		biodiversidad vegetal.		
--	--	---------------------------	--	--

Fuente: *elaboración propia*

Cruz-Núñez & Bulnes-Aquino (2019) sobre un pensamiento crítico y analítico documenta los niveles de riesgo ante la trayectoria de contaminantes post-incendio en México. A pesar que la población cercana no estuvo expuesta a contaminantes, la investigación sugiere el monitoreo y medidas de mitigación de los incendios.

Por su parte, Bruera & González (2021), sobre un pensamiento crítico y analítico, describe que un incremento de precios es asociado a la deforestación en Argentina. Por ello, se constituye altamente importante proteger los bosques.

De igual manera, Martínez-Cruz & Ibarra, (2012), sobre un pensamiento crítico y analítico, investigó la conservación de flora leñosa en México. Se estima que algunos taxones permiten la protección de 67% de las especies.

Armenteras et al. (2020) sobre un pensamiento reflexivo y deductivo, revisó conocimientos actuales y caracterizó el patrón espacial y temporal del fuego. Ante efectos del clima, se resalta que se requiere más investigación para reducir la incertidumbre acerca de los impactos de los incendios.

Huerta-Martínez & Ibarra-Montoya (2014) sobre un pensamiento crítico y analítico, estimó el 1.31% de pérdida anual de bosques en la "Primavera" a causa de quemas de combustible forestal (Jalisco -MEXICO). Para ello, resulta necesario implementar mecanismos de prevención.

Verzino et al. (2005) sobre un pensamiento analítico, determinó que la riqueza de las especies arbóreas no presentaría cambios severos ante los incendios, pero si las arbustivas hasta 9 años después de los incendios en una región de Argentina.

Bodi et al. (2012) sobre un pensamiento reflexivo y deductivo, describe que el recubrimiento vegetal de zonas montañosas ante los efectos del fuego es relativamente rápido en regiones de Europa.

Del Campo & Bernal (2010) sobre un pensamiento reflexivo y deductivo, describe que los cambios de uso del suelo y cambios climáticos de carácter global y regional, conllevan a la alteración de los patrones naturales de ocurrencia de incendios.

Román-Cuesta et al., (2014) y Silva et al. (2018) describen al clima como el principal impulsor del incremento de la actividad del fuego en los Andes. Este es el caso de los años 2005 y 2010. Solo estos años representaron el 90% del área total de incendios forestales en la región del Acre en Brasil. 2005 y 2010 coincide con severas sequías causadas por la reducción en la entrada de humedad desde el océano Atlántico (Espinoza et al., 2011).

Aunque, Román-Cuesta et al. (2014), no asocia directamente los incendios forestales al fenómeno El Niño (2005 y 2010) caracterizados en el Pacífico Central, pero sí la asocian a la frecuencia de incendios (Marengo & Espinoza, 2016). A esto se suma el evento El Niño 2016 también en el Pacífico Central (Jiménez et al. 2021), donde las lluvias en los Andes se reducen en niveles por debajo de lo normal (Lagos et al., 2008; Lavado-Casimiro & Espinoza, 2014). Estos años 2005, 2010 y 2016 son consistentes con el incremento severo (400%) de los incendios forestales (Zubieta et al., 2019). Los resultados de Román-Cuesta et al. (2014) y Silva et al. (2018) corroboran evidencias de que el clima ejerce un rol en la frecuencia de incendios.

Varios estudios ya han documentado que hay una mayor frecuencia de eventos de sequías (Barichivich et al., 2018; Jiménez-Muñoz et al., 2016; J A Marengo & Espinoza, 2016). En estas sequías extremas, como en el año 2005 y 2010 se observó un deterioro de la flora y fauna amazónica e incremento del riesgo de incendios forestales amazónica (Brando et al., 2014; Davidson et al., 2020), lo que afectó de manera severa la vegetación de esta región (Aragão & Shimabukuro, 2010; Espinoza et al., 2016; Marengo et al., 2018).

Los impactos de los incendios forestales en la pérdida de riqueza de la biodiversidad y el mayor tiempo de recuperación (9 años), son más notorios en especies arbustivas en su estructura vertical (Oliveras et al., 2013; Verzino et al., 2005). En contraste, la recuperación de especies herbáceas en zonas de montaña ante incendios tiende a ser positiva en ~1 año (Bodi et al., 2012; Verzino et al., 2005).

En este contexto, la investigación de Oliveras et al., 2014 & Oliveras et al. 2018 cuantifica el periodo de recuperación o regeneración de estos bosques tropicales de montaña ante los incendios forestales (puede tardar periodos de 5 – 9 años hasta 15 años). No obstante, aún se requiere mayor investigación acerca del periodo de recuperación estacional de pastizales alto andinos ante los incendios. De hecho, en el caso de los Andes, estos son los ecosistemas más afectados durante la temporada de incendios (Madriñán et al., 2013; Renvoize et al., 2000; SERFOR, 2018; Sylvester & Kessler, 2017; Zubieta et al., 2019).

Otro factor no abordado del todo por las investigaciones en zonas tropicales es el rol que ejerce la población alto andina en la ocurrencia de incendios. La población es el principal factor de ignición en los Andes (SERFOR, 2018, 2020). Si bien el manejo de combustibles mediante quema controladas podría ser una mejor manera de reducir los impactos de los incendios forestales en los Andes peruanos, la legislación agraria actual prohíbe todo tipo de quema (Ley 29263; MINAGRI, 2008). Es en este contexto, que tanto Corona et al.,

2015 y Manta et al. (2018), proponen desarrollar estrategias de adaptación para mitigar los impactos futuros de la sequía en los pastizales y matorrales muy vulnerables como combustible ante el cambio climático.

Conclusiones

Las investigaciones analizadas asocian el incremento severo de incendios forestales a condiciones climáticas severas como las sequías. Los impactos de los incendios son investigados para determinar el tiempo que demora la regeneración de estos bosques tropicales. En comparación a las especies herbáceas, los tiempos de recuperación de especies boscosas y arbustivas ante incendios forestales tienden a ser altos (5-15 años) en regiones donde son recurrentes los incendios. No obstante, aún existe mucha incertidumbre acerca de potenciales impactos sobre ecosistemas andinos, por lo que se sugiere mayor investigación.

Dado el rol de la población en la ocurrencia de incendios, los factores antrópicos tampoco son investigados al mismo nivel que los factores climáticos. Estas recientes investigaciones sugieren un enfoque multidisciplinario para abordar la problemática de incendios, mediante quemas controladas.

Referencias bibliográficas.

- Aragão, L. E. O. C., & Shimabukuro, Y. E. (2010). The Incidence of Fire in Amazonian Forests with Implications for REDD. *Science*, 328(5983), 1275–1278. <https://doi.org/10.1126/science.1186925>
- Armenteras, D., González, T. M., Vargas, J. O., Meza Elizalde, M. C., & Oliveras, I. (2020). Incendios en ecosistemas del norte de Suramérica: avances en la ecología del fuego tropical en Colombia, Ecuador y Perú. *Caldasia*, 42(1), 1–16. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v42n1.77353>
- Barichivich, J., Gloor, E., Peylin, P., Brienen, R. J. W., Schöngart, J., Espinoza, J. C., & Pattayak, K. C. (2018). Recent intensification of Amazon flooding extremes driven by strengthened Walker circulation. *Science Advances*, 4(9), eaat8785. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat8785>
- Barlow, J., Lennox, G. D., Ferreira, J., Berenguer, E., Lees, A. C., Nally, R. Mac, Thomson, J. R., Ferraz, S. F. de B., Louzada, J., Oliveira, V. H. F., Parry, L., Ribeiro de Castro Solar, R., Vieira, I. C. G., Aragão, L. E. O. C., Begotti, R. A., Braga, R. F., Cardoso, T. M., de Oliveira, R. C., Souza Jr, C. M., ... Gardner, T. A. (2016). Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity loss from deforestation. *Nature*, 535(7610), 144–147. <https://doi.org/10.1038/nature18326>
- Bodi, M. B., Cerddà, A., Mataix-Solera, J., & Doerr, S. H. (2012). Efectos de los incendios forestales en la vegetación y el suelo en la cuenca mediterránea: Revisión bibliográfica. *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 58, 33–56. <https://doi.org/10.21138/bage.2058>
- Brando, P. M., Balch, J. K., Nepstad, D. C., Morton, D. C., Putz, F. E., Coe, M. T., Silvério, D., Macedo, M. N., Davidson, E. A., Nóbrega, C. C., Alencar, A., & Soares-Filho, B. S. (2014). Abrupt increases in Amazonian tree mortality due to drought-fire interactions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(17), 6347–6352. <https://doi.org/10.1073/pnas.1305499111>
- Bruera, B. M., & González, F. A. I. (2021). Deforestación, incendios forestales y expansión de la frontera agrícola en el Norte Grande argentino (2007-2018). *Revista de La*

- Bush, M. B., Hansen, B. C. S., Rodbell, D. T., Seltzer, G. O., Young, K. R., León, B., Abbott, M. B., Silman, M. R., & Gosling, W. D. (2005). A 17 000-year history of Andean climate and vegetation change from Laguna de Chocho, Peru. *Journal of Quaternary Science*, 20(7–8), 703–714. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jqs.983>
- Corona, P., Ascoli, D., Barbati, A., Bovio, G., Colangelo, G., Elia, M., Garfi, V., Iovino, F., Laforteza, R., Leone, V., Lovreglio, R., Marchetti, M., Marchi, E., Menguzzato, G., Nocentini, S., Picchio, R., Portoghesi, L., Puletti, N., Sanesi, G., & Chianucci, F. (2015). Integrated forest management to prevent wildfires under mediterranean environments. *Annals of Silvicultural Research*, 39(1), 1–22. <https://doi.org/10.12899/ASR-946>
- Cruz-Núñez, X., & Bulnes-Aquino, E. (2019). Emission impact of wildfires: El Tepozteco 2016. *Atmosfera*, 32(2), 85–93. <https://doi.org/10.20937/ATM.2019.32.02.01>
- Davidson, E. A., Artaxo, P., Balch, J. K., Brown, I. F., Bustamante, M. M. C., & Coe, M. T. (2020). The Amazon basin in transition. 3–10. <https://doi.org/10.1038/nature10717>
- Del campo, A., & Bernal, F. H. (2010). Incendios de cobertura vegetal y biodiversidad: una mirada a los impactos y efectos ecológicos potenciales sobre la diversidad vegetal. *El Hombre y La Máquina*, 35, 67–81.
- Espinoza, J. C., Ronchail, J., Guyot, J. L., Junquas, C., Vauchel, P., Lavado, W., Drapeau, G., & Pombosa, R. (2011). Climate variability and extreme drought in the upper Solimões River (western Amazon Basin): Understanding the exceptional 2010 drought. *Geophysical Research Letters*, 38(13). <https://doi.org/https://doi.org/10.1029/2011GL047862>
- Espinoza, J. C., Segura, H., Ronchail, J., Drapeau, G., & Gutierrez-Cori, O. (2016). Evolution of wet-day and dry-day frequency in the western Amazon basin: Relationship with atmospheric circulation and impacts on vegetation. *Water Resources Research*, 52(11), 8546–8560. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/2016WR019305>
- Huerta-Martínez, F. M., & Ibarra-Montoya, J. L. (2014). Incendios en el bosque la

Revista TSE´DE, 2022. 5 (1), enero-junio, ISSN: 2600-5557
primavera (Jalisco, México): un acercamiento a sus posibles causas y consecuencias. *CienciaUAT*, 9(1), 23. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v9i1.304>

Jimenez, J. C., Marengo, J. A., Alves, L. M., Sulca, J. C., Takahashi, K., Ferrett, S., & Collins, M. (2021). The role of ENSO flavours and TNA on recent droughts over Amazon forests and the Northeast Brazil region. *International Journal of Climatology*, 41(7), 3761–3780. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/joc.6453>

Jiménez-Muñoz, J. C., Mattar, C., Barichivich, J., Santamaría-Artigas, A., Takahashi, K., Malhi, Y., Sobrino, J. A., & Schrier, G. van der. (2016). Record-breaking warming and extreme drought in the Amazon rainforest during the course of El Niño 2015–2016. *Scientific Reports*, 6(1), 33130. <https://doi.org/10.1038/srep33130>

Kauffman J, Uhl Christopher, C. D. (1988). Fire in the Venezuelan Amazon 1: Fuel Biomass and Fire Chemistry in the Evergreen Rainforest of Venezuela. *Oikos*, 53(2), 167–175. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/3566059>

Keating, P. L. (2007). Fire Ecology and Conservation in the High Tropical Andes: observations from Northern Ecuador. *Journal of Latin American Geography*, 6(1), 43–62. <http://www.jstor.org/stable/25765157>

Lagos, P., Silva, Y., Nickl, E., & Mosquera, K. (2008). El Niño – related precipitation variability in Perú. *Advances in Geosciences*, 14, 231–237. <https://doi.org/10.5194/adgeo-14-231-2008>

Lavado-Casimiro, W., & Espinoza, J. C. (2014). Impactos de el niño y la niña en las lluvias del Perú (1965-2007). *Revista Brasileira de Meteorologia*, 29(2), 171–182. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862014000200003>

Ley que modifica diversos artículos del Código Penal y la Ley General del Ambiente, artículo 310. 2008. (n.d.). Ley 29263. 2008. Retrieved August 25, 2021, from Ley que modifica diversos artículos del Código Penal y la Ley General del Ambiente, artículo 310. 2008

Madriñán, S., Cortés, A. J., & Richardson, J. E. (2013). Páramo is the world' s fastest evolving and coolest biodiversity hotspot. 4, 1–7. <https://doi.org/10.3389/fgene.2013.00192>

- Manta, M., Kometter, R., & Navia, A. (2018). Evaluation of wildfire danger in the Peruvian Andes: First step for its reduction and adaptation. 52–53. https://doi.org/10.14195/978-989-26-16-506_4
- Marengo, J A, & Espinoza, J. C. (2016). Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia: causes, trends and impacts. *International Journal of Climatology*, 36(3), 1033–1050. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/joc.4420>
- Marengo, Jose A, Souza, C. M., Thonicke, K., Burton, C., Halladay, K., Betts, R. A., Alves, L. M., & Soares, W. R. (2018). Changes in Climate and Land Use Over the Amazon Region: Current and Future Variability and Trends. *Frontiers in Earth Science*, 6, 228. <https://doi.org/10.3389/feart.2018.00228>
- Martinez-Cruz, J., & Ibarra, G. (2012). Áreas prioritarias de conservación para la flora leñosa del estado de colima, méxico. *Acta Botánica Mexicana*, 53(99), 31–53. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-71512012000200003
- MINAGRI. (2008). D. S. 16-2002 - AG. Aprueban Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-reglamento-de-manejo-de-los-residuos-solidos-del-se-decreto-supremo-n-016-2012-ag-866098-1/>
- MINAM, 2018. (2018). Dirección General de Ordenamiento Territorial Ambiental (DGOTA). Registro histórico de incendios sobre la cobertura vegetal a nivel nacional. Ministerio del Ambiente-Perú. 2018. <http://geoservidor.minam.gob.pe/monitoreo-y-evaluacion/registros-historicos-cfoi/>
- Oliveras, I., Girardin, C., Doughty, C. E., Cahuana, N., Arenas, C. E., Oliver, V., Huaraca Huasco, W., & Malhi, Y. (2014). Andean grasslands are as productive as tropical cloud forests. *Environmental Research Letters*, 9(11), 115011. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/11/115011>
- Oliveras, Imma, Malhi, Y., Salinas, N., Huaman, V., & Urquiaga-, E. (2013). Changes in forest structure and composition after fire in tropical montane cloud forests near the Andean treeline. *Plant Ecology & Diversity*, 7(1--2), 1–11. <https://doi.org/10.1080/17550874.2013.816800>

- Oliveras, Imma, Román-Cuesta, R. M., Urquiaga-Flores, E., Quintano Loayza, J. A., Kala, J., Huamán, V., Lizárraga, N., Sans, G., Quispe, K., Lopez, E., Lopez, D., Cuba Torres, I., Enquist, B. J., & Malhi, Y. (2018). Fire effects and ecological recovery pathways of tropical montane cloud forests along a time chronosequence. *Global Change Biology*, 24(2), 758–772. <https://doi.org/10.1111/gcb.13951>
- Penman, T. D., Clarke, H., Cirulis, B., Boer, M. M., Price, O. F., & Bradstock, R. A. (2020). Cost-Effective Prescribed Burning Solutions Vary Between Landscapes in Eastern Australia. *Frontiers in Forests and Global Change*, 3, 79. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.00079>
- Rago, M. M., Urretavizcaya, M. F., Lederer, N. S., & Defossé, G. E. (2020). Plant Community Response to Forest Fuel Management in Patagonian Pine Plantations. *Frontiers in Forests and Global Change*, 3, 55. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.00055>
- Renvoize, S., Luteyn, J., Churchill, S., Iii, D., Gradstein, S., Sipman, H., & A., M. (2000). Paramos: A Checklist of Plant Diversity, Geographical Distribution, and Botanical Literature (Memoirs of the New York Botanical Garden Volume 84). *Kew Bulletin*, 55, 1017. <https://doi.org/10.2307/4113659>
- Román-Cuesta, R. M., Carmona-Moreno, C., Lizcano, G., New, M., Silman, M., Knoke, T., Malhi, Y., Oliveras, I., Asbjornsen, H., & Vuille, M. (2014). Synchronous fire activity in the tropical high Andes: An indication of regional climate forcing. *Global Change Biology*, 20(6), 1929–1942. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/gcb.12538>
- SERFOR. (2018). Plan de prevención y reducción de riesgos de incendios forestales 2019-2022.
- SERFOR. (2020). El fuego de muerte y destrucción en los bosques del Perú. El Fuego de Muerte y Destrucción En Los Bosques Del Perú. <https://ojo-publico.com/2164/el-fuego-de-muerte-y-destruccion-en-los-bosques-del-peru>
- Silva, S. S. da, Fearnside, P. M., Graça, P. M. L. de A., Brown, I. F., Alencar, A., & Melo, A. W. F. de. (2018). Dynamics of forest fires in the southwestern Amazon. *Forest Ecology and Management*, 424(April), 312–322. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.04.041>

- Souza Jr, C. M., Siqueira, J. V, Sales, M. H., Fonseca, A. V, Ribeiro, J. G., Numata, I., Cochrane, M. A., Barber, C. P., Roberts, D. A., & Barlow, J. (2013). Ten-Year Landsat Classification of Deforestation and Forest Degradation in the Brazilian Amazon. *Remote Sensing*, 5(11), 5493–5513. <https://doi.org/10.3390/rs5115493>
- Sulca, J., Vuille, M., Elison Timm, O., Dong, B., & Zubieta, R. (2021). Empirical-Statistical downscaling of austral summer precipitation over South America, with a focus on the central Peruvian Andes and the equatorial Amazon basin. *Journal of Meteorology and Climatology*, 60, 65–85. <https://doi.org/https://doi:10.1175/JAMC-D-20-0066.1>
- Sylvester, S., & Kessler, M. (2017). Four new and five overlooked records of vascular plants from high elevation puna grasslands of the southern Peruvian Andes. *Arnaldoa*, 24(1), 229–238. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.241.24108>
- Todo, J., Medler, M., Arques, S. et al. (2017). Respuesta de Incendios a la Variabilidad Climática Local: Parque Nacional Huascarán, Perú. *fire ecol* 13, 85–104. <https://doi.org/10.4996/fireecology.130288764>
- Verzino, G., Joseau, J., Dorado, M., Gellert, E., Rodríguez Reartes, S., & Nóbile, R. (2005). Impacto De Los Incendios Sobre La Diversidad Vegetal, Sierras De Cordoba , Argentina. *Impact of Fires on Plant Diversity, Sierras of Córdoba, Argentina. Ecología Aplicada*, 4(1,2), 25–35.
- Viegas, D. X. (ed. . (2018). *Advances in forest fire research 2018. Advances in Forest Fire Research 2018*, November. <https://doi.org/10.14195/978-989-26-16-506>
- Zubieta, R., Prudencio, F., Alarco, G., & Reupo, J. (2019). Ocurrencia de incendios forestales en el Perú durante eventos El Niño. In *Boletín Técnico El Niño Instituto Geofísico del Perú* (Vol. 6, Issue 5).