



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Gobierno del Perú



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



INCREMENTO DE LA FRECUENCIA DE LOS INCENDIOS SOBRE LA COBERTURA VEGETAL EN EL PERÚ: CONTEXTO Y ALTERNATIVAS

Tercera Edición Diálogos Académicos: Aportes de la Ciencia a Nuestro Desafío Climático

Diciembre 2022 - Lima, Perú



GRUPO IMPULSOR DE
ACCIÓN CLIMÁTICA
DE LA ACADEMIA

INCREMENTO DE LA FRECUENCIA DE LOS INCENDIOS SOBRE LA COBERTURA VEGETAL EN EL PERÚ: CONTEXTO Y ALTERNATIVAS

Ricardo Zubieta^{1,2}, Fernando Prudencio¹, Yerson Ccanchi¹, Miguel Saavedra¹, Juan Sulca¹, Jorge Reupo¹, Glory Alarco³

¹Instituto Geofísico del Perú

²Universidad Nacional Agraria La Molina

³Ministerio del Ambiente

Email: rzubieta@igp.gob.pe

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

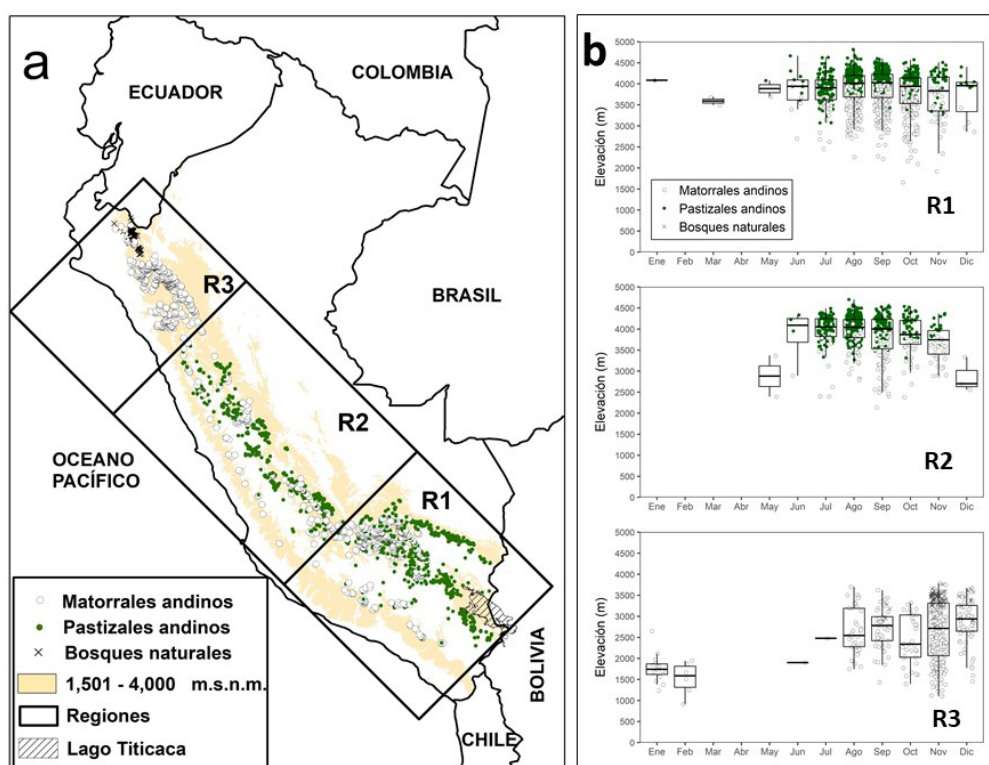
La actividad de los incendios y la deforestación de la Amazonía sudamericana se han incrementado en las últimas décadas (Viegas, 2018). Solo en el 2019, un aumento significativo en el número de los incendios forestales condujo a la pérdida de 9000 Km² en ecosistemas de bosques de Brasil, Bolivia y Perú (NASA, 2019). Se estima que cada año, la degradación forestal representa el 30% del área deforestada anualmente en la Amazonia brasileña (Souza et al., 2013). En el Perú, Zubieta et al. (2019) encontró que la región más afectada no es la Amazonía sino los Andes. En comparación al continente, en los Andes del Perú, aproximadamente, 10,000 incendios han afectado 367,000 Ha. de cobertura vegetal entre 2018 y 2019 (SERFOR, 2020). Los cambios en la actividad de incendios representarían algunas de las más importantes consecuencias ecológicas del cambio climático (Román-Cuesta et al., 2014;).

Aunque la dinámica local de los incendios forestales en el Perú puede verse influenciada por la actividad humana mediante quemas de biomasa (SERFOR, 2018). Al igual que en otras regiones del mundo (All et al., 2017), la relación clima-fuego está también presente en el Perú. Este es el caso de los periodos de sequía 2005 y 2010 que se caracterizaron por una gran reducción de lluvias en la cuenca andino amazónica peruana (Marengo & Espinoza, 2016) e incremento severo de la ocurrencia de incendios sobre la cobertura vegetal. Asimismo, se ha documentado la disminución de las lluvias en los Andes y Amazonía cuando se desarrolla un evento del Niño en el Pacífico central (Jimenez et al., 2021; Lavado-Casimiro & Espinoza, 2014).

La reducción de la cantidad de lluvia por prolongados periodos (de semanas a meses) se pueden definir como sequías, por lo que contribuyen a elevar el potencial del incendio mediante el incremento de la conformación de combustible vegetal (i.e., vegetación seca) (Kauffman et al., 1988; Bush et al., 2005). Otro posible mecanismo causal para la conformación de combustible vegetal son las heladas, las cuales pueden degradar severamente los pastizales andinos aumentando su flamabilidad (Oliveras et al., 2014; Román-Cuesta et al., 2014).

Para prevenir los incendios sobre la cobertura vegetal, nuevos conocimientos acerca de los factores y parámetros físicos asociados a las sequías y sus impactos en la vegetación deben ser monitoreados. Es decir, estudiar aquellas condiciones climáticas y vegetativas

que contribuyan a su severidad mediante la conformación masiva de combustible vegetal. No obstante, la falta de datos e información genera incertidumbre acerca de estas condiciones en los andes peruanos; por ello, una fuente alternativa de datos del clima (estimaciones de lluvia) y la vegetación, que pueden ser útiles para su evaluación surgen de los satélites (AghaKouchac et al., 2015). Por ejemplo, el desarrollo de la vegetación puede ser integrado a partir de la estimación de índices espectrales (IE) y el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) (Rouse et al., 1974), el cual es ampliamente usado para evaluar sequías y el desarrollo de la vegetación. En este policy brief, el objetivo es la descripción del incremento severo de la ocurrencia de incendios forestales en los Andes peruanos y presentar varias alternativas para enfrentar esta problemática.



Fuente: Zubieta et al., 2021.

Figura 1. a) Ocurrencia de incendios sobre la cobertura vegetal (2002-2018) basado en el tipo de vegetación (matorrales, pastizales, bosque natural (bosque seco en valles interandinos, bosque montano seco, bosque montano tropical lluvioso)) para las regiones sur (R1), centro (R2) y norte (R3) de los Andes peruanos. b) Diagramas de cajas de la ocurrencia de incendios para R1, R2 y R3.

Los Andes peruanos se caracterizan por un claro y muy diferenciado periodo seco y húmedo (Espinoza et al., 2011). En este contexto, para efectos de comparación de los Andes, se priorizaron tres regiones ubicadas al sur (R1), centro (R2) y norte (R3) del Perú (Fig. 1a).

Los Andes peruanos requieren más estudios acerca de los incendios sobre la cobertura vegetal y sus impactos, con especial énfasis en las sequías. Con iniciativa del Instituto Geofísico del Perú se ha publicado el artículo “Potential conditions for fire occurrence in vegetation in the Peruvian Andes” en la revista indexada “International Journal of Wildland Fires”. (Zubieta et al., 2021).

Se recopilaron datos de precipitación y temperatura PISCO -SENAMHI (data diaria grillada a partir de datos observados con resolución espacial 0. 1º) (Huerta et al., 2018; Aybar et al., 2020). Asimismo, se recopilaron datos de vegetación (reflectividad del sensor MODIS - producto MOD09A1, con resolución espacial temporal y espacial de 8 días y 500 m, respectivamente). Para maximizar la disponibilidad de datos, el periodo de análisis estuvo entre el 2000 y 2018 y para analizar la frecuencia acumulativa de los incendios sobre la cobertura vegetal cada 8 días, se recopiló la base de datos de incendios proveniente del Servicio de Condiciones Favorables para la Ocurrencia de Incendios - CFOI, que toma como uno de sus insumos el reporte de emergencias del SINPAD (MINAM, 2018a).

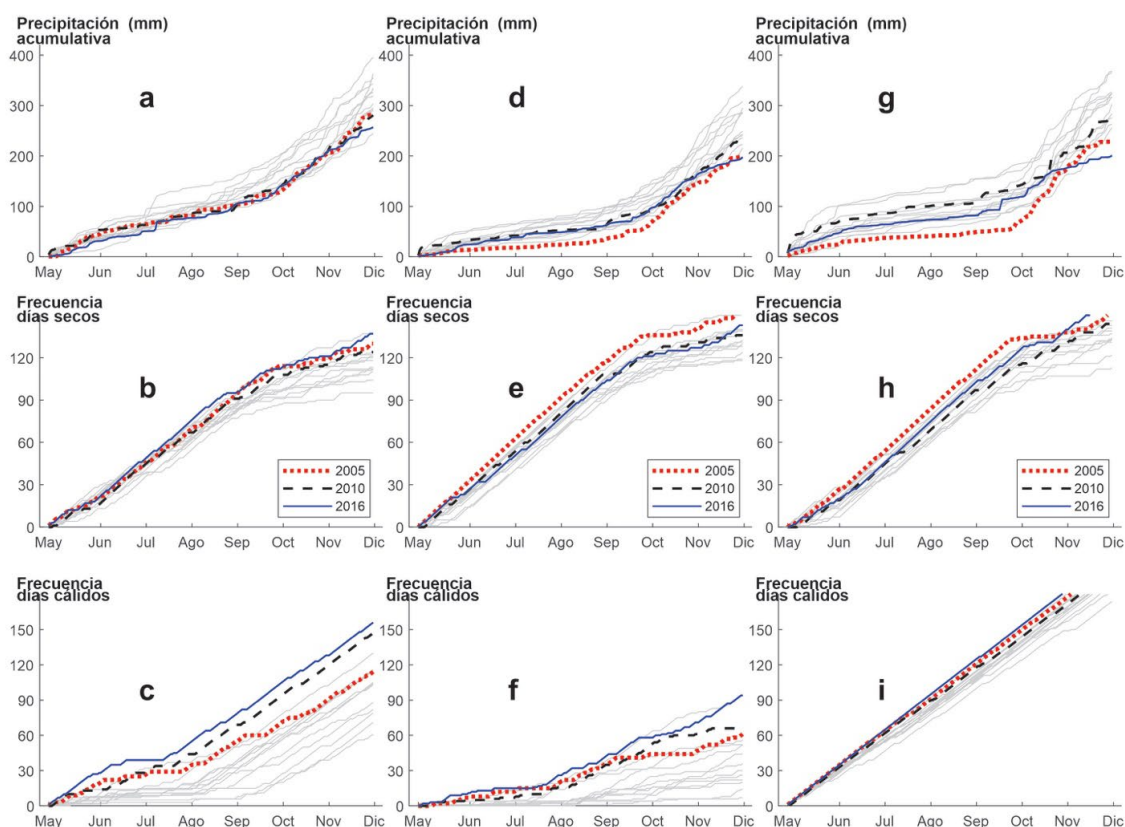
2. HALLAZGOS

Basado en los datos de incendios del MINAM, se ha corroborado que los ecosistemas más afectados por los incendios forestales son los pastizales andinos, seguido de los matorrales y los bosques naturales (i.e., bosque seco en valles interandinos, bosque montano seco, bosque montano tropical lluvioso) (MINAM, 2018b) (Fig. 1b). Manta et al. (2018) documenta que el sur del Perú presenta más alto peligro por incendios que el resto de los Andes peruanos. La región centro presenta un patrón similar a la región sur, no obstante, la cantidad de incendios es ligeramente menor. Asimismo, los matorrales de la región norte son lo más afectados por los incendios sobre la cobertura (Fig. 1b). La distribución espacial de los incendios evidencia que ellos son predominantes en la región andina (1500 - 4000 m.s.n.m). (Fig. 1ab). Además, la mayoría de las emergencias por incendios (97%) ocurrieron entre el periodo seco y el periodo de inicio de las lluvias (i.e., junio - diciembre) (Fig.1b).

Se estimó la frecuencia acumulativa de días secos (un día seco fue considerado aquel con precipitación por debajo 1 mm. y la frecuencia acumulativa de días cálidos (un día cálido fue aquel que presentó temperatura por encima 20°C). Para efectos de comparación, la lluvia acumulada fue también considerada, durante el periodo de estiaje y periodo de inicio de la temporada de lluvias. Basado en ello, se calcularon series promedio, cada 8 días durante el periodo seco y e periodo de inicio de la temporada de lluvias (mayo-noviembre) para el periodo 2002-2016.

Los resultados iniciales muestran que las variables de lluvia y temperatura no son buenos indicadores para monitorear condiciones potenciales de ocurrencia de incendios (Zubieta et al., 2021). No obstante, estos hallazgos corroboran que la lluvia acumulada (valores entre 200 y 300 mm) entre mayo y diciembre de 2005, 2010 y 2016 presentó los valores más bajos lo que conllevó paulatinamente a la severa sequía (Figura 2 a,d,g). Cabe destacar que entre setiembre y diciembre se da el periodo de inicio de la temporada de lluvias que limita la conformación de combustible vegetal (Figura 2).

Asimismo, los días secos y cálidos presentaron una alta frecuencia acumulativa durante 2005, 2010 y 2016 (Figura 2 b,e,h y Figura 2 c,f,i). En general, estos resultados son coincidentes con aquellos años (2005, 2010 y 2016) donde hubo un incremento muy severo de la ocurrencia de incendios sobre la cobertura en los Andes peruanos (400 %) (Figura 2). Como es esperado, los días secos y cálidos se incrementan severamente desde setiembre. Lo que indica a medida que el periodo de lluvia se demore más en llegar, el combustible vegetal conformado en los meses anteriores estará más expuesto a quema e incendios.

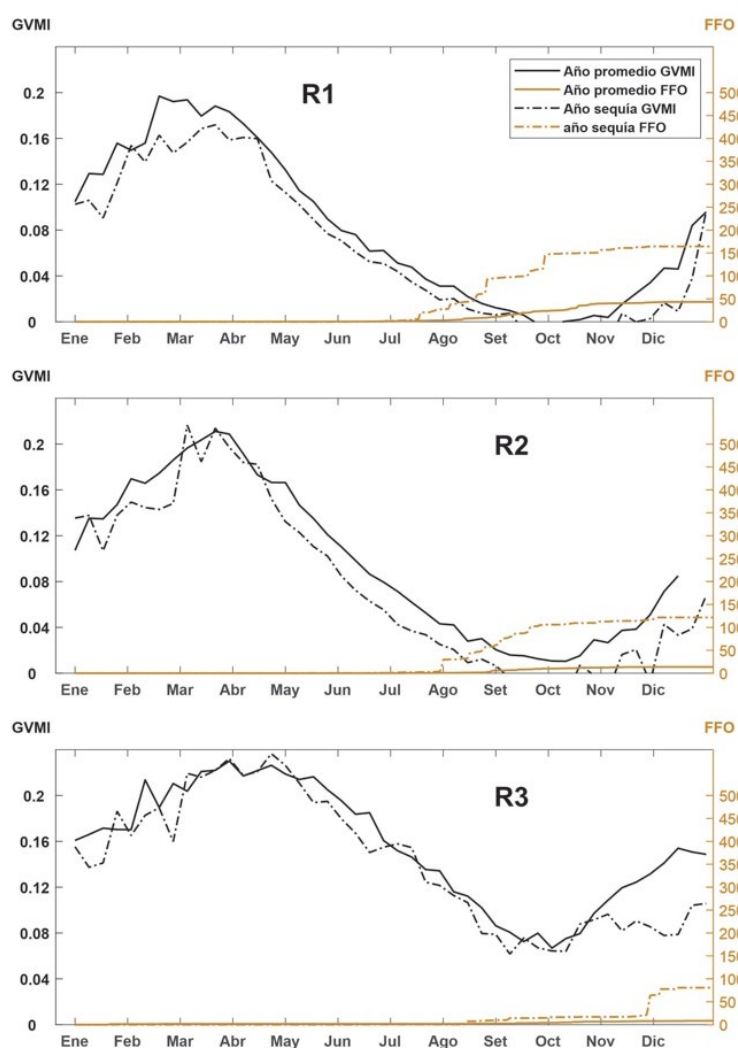


Fuente: Zubieta et al., 2021.

Figura 2. Promedio de precipitación acumulada (PC, mm) (a,d,g); frecuencia acumulada de días secos (DDF) (h,e,h); frecuencia de días cálidos (HDF) (c,f,i) entre mayo-noviembre, para las regiones R1(sur), R2(centro) y R3(norte) (ver Fig. 1a).

Para analizar el desarrollo de la vegetación se estimaron series de índices de vegetación (Una breve descripción de cada índice analizado puede ser encontrada en Zubieta et al. (2021)). Como es esperado, a medida que los días secos y días cálidos aumenten desde mayo, el máximo desarrollo de aquella vegetación alcanzada en el mes marzo tiende a disminuir paulatinamente hasta llegar setiembre y octubre (Figura 3). El índice global de humedad en la vegetación (GVMI por sus siglas en inglés) (Ceccato et al., 2002) detecta el mayor impacto del periodo seco sobre la vegetación. De hecho, valores de GVMI por debajo del promedio son asociados con sequías (2005,2010,2016) que habrían tenido impacto indirecto en el incremento severo de la ocurrencia de incendios sobre la cobertura vegetal. Este resultado sugiere que las estimaciones asociadas con el contenido de agua en la vegetación tienden a disminuir fuertemente cuando los días

secos y los días cálidos aumentan.



Fuente: Zubieta et al., 2021.

Figura 3. Serie de índice global de humedad en la vegetación (GVMI) y frecuencia acumulativa de la ocurrencia de IF (FFO) para año promedio y años de sequía promedio (2005, 2010, 2016) para regiones sur (R1), centro (R2) y norte (R3) (ver Fig. 1a).

3. OPCIONES DE ACCIÓN

La Conferencia de las Partes (COP, según las siglas en inglés) es el órgano rector supremo de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la desertificación (CNUCLD), de la cual el Perú participa mediante el MINAM. El MINAM preside La Comisión Nacional de Lucha contra la Desertificación y Sequía (CONALDES). La CNUCLD recientemente a puesto en marcha una interfaz Ciencia-Política (ICP), para identificar y aportar datos científicos de cómo lograr la Neutralidad en la Degradación de tierras (NDT) (Verburg et al., 2022). Cabe mencionar la importancia de que la CONALDES pueda conformar un grupo o interfaz equivalente. En general, ello corrobora la importancia de las

investigaciones para luchar contra las sequías y prevenir sus posibles impactos en la vegetación que conduzcan a la severidad de los incendios sobre la cobertura vegetal.

Los tomadores de decisión en la gestión de los incendios sobre la cobertura vegetal en los diferentes niveles de gobierno requieren la mejor información científica para prevenir los impactos de los incendios. Basado en los resultados de esta nueva investigación el IGP puso en marcha el monitoreo de las condiciones potenciales para el incremento severo de la frecuencia de incendios sobre la cobertura vegetal mediante el uso de parámetros climáticos obtenidos a partir de sensoramiento remoto. Entre ellos: La frecuencia acumulada de días secos e índices de vegetación. <https://www.igp.gob.pe/incendios-forestales/>, información que aporta también al modelo de condiciones Favorables para la Ocurrencia de Incendios sobre la cobertura vegetal – CFOI, actividad que el Ministerio del Ambiente viene monitoreando. Esta investigación está enmarcada en la medida de adaptación NDC Bosques # 8 “Fortalecimiento de procesos de la gestión del riesgo con enfoque de paisaje ante los efectos del cambio climático para contribuir a reducir los incendios forestales”.

El Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), (Ley N° 29664) describe en sus componentes la Gestión Prospectiva (previsional), Reactiva y Correctiva. En este contexto, para realizar gestión estratégica a largo plazo, las investigaciones recomiendan un enfoque equilibrado de los esfuerzos entre la reacción ante las emergencias y la prevención de los incendios (Collins et al., 2013). Experiencias internacionales indican que llevar a cabo una gestión integrada de los incendios con enfoque multidisciplinario es primordial para crear nuevas estrategias en la gestión de ecosistemas (Medforest, 2019).

Debido a que el proceso de extinción del fuego resulta costoso y no pareciese la más efectiva política de gestión de incendios (Keating, 2007). La gestión correctiva adquiere mayor importancia. Investigaciones han sugerido estrategias de comunicación en la gestión del fuego y del combustible vegetal (vegetación seca) para mejorar las condiciones de los bosques (Conard et al., 2001; Toman et al. 2006). Esto se realizaría mediante quemas prescritas y/o controladas para reducir la intensidad, tamaño y daño de los incendios forestales sobre los ecosistemas (Fernandes and Botelho, 2003; British Columbia, 2010; Penman et al., 2020; Hamilton and Salerno, 2020).

Si bien el manejo del combustible vegetal mediante quemas controladas podría ser una mejor manera de reducir los impactos de los incendios sobre la cobertura vegetal en los Andes peruanos, la legislación actual prohíbe todo tipo de quema que pueda dañar bosques o cobertura boscosas (Ley 29263; MINAGRI, 2008). Actualmente es evidente que hay vacíos en el conocimiento acerca de los impactos de las quemas controladas y/o prescritas en los Andes (Harper et al., 2018). No obstante, para asegurar una implementación eficaz de estas medidas resulta relevante los esfuerzos coordinados y del más alto nivel de los gobiernos (Hallegatte et al. 2020).

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AghaKouchak, A., Farahmand, A., Melton, F.S., Teixeira, J., Anderson, M.C., Wardlow, M.D. and Hain, C.R. (2015). Remote sensing of drought: Progress, challenges and opportunities. *Reviews of Geophysics* 53, 452–480. doi:10.1002/2014RG000456

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>

Bisquert, M., Sánchez, J., Caselles, V., Paz Andrade, M.I., Legido, J.L. Los *índices de vegetación como indicadores del riesgo de incendio* con imágenes del sensor TERRA-MODIS. *Revista de Teledetección*. ISSN:1988-8740.2010.33:8091

British Columbia, 2010. Wildland fire management strategy. Achieving Global Excellence in Fire management. British Columbia. https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/public-safety-and-emergency-services/wildfire-status/governance/bcws_wildland_fire_mngmt_strategy.pdf

Ceccato, P., Gobron, N., Flasse, S., Pinty, B., Tarantola, S. (2002). Designing a spectral index to estimate vegetation water content from remote sensing data: Part 1. Theoretical approach. *Remote Sensing of Environment* 82, 188–197. doi:10.1016/S0034-4257(02)00037-8

Collins, R.D., De Neufville, R., Claro, J., Oliveira, T., Pacheco, A.P. (2013). Forest fire management to avoid unintended consequences: A case study of Portugal using system dynamics. *Journal of Environmental Management* 130, 1–9. doi:10.1016/J.JENVMAN.2013.08.033

Conard Susan G. , Hartzell Timothy , Hilbruner Michael W. Zimmerman G. Thomas (2001) Changing fuel management strategies - The challenge of meeting new information and analysis needs. *International Journal of Wildland Fire* **10**, 267-275.

CNULD, 2021. El informe técnico de la Interfaz Ciencia-Política explica que la PIUT se aplica en la práctica a la evaluación y asignación de los recursos de tierras en un paisaje,

Espinoza, J.C., Ronchail, J., Guyot, J.L., Junquas, C., Vauchel, P., Lavado, W., Pombosa, R. (2011). Climate variability and extreme drought in the upper Solimoes River (Western Amazon Basin): Understanding the exceptional 2010 drought. *Geophysical Research*

Letters 38, L1340–6. doi:10.1029/2011GL047862

Espinoza, J.C., Segura, H., Ronchail, J., Drapeau, G., Gutierrez-Cori, O. (2016). Evolution of wet- and dry-day frequency in the western Amazon basin: Relationship with atmospheric circulation and impacts on vegetation. *Water Resources Research* 52, 8546–8560. doi:10.1002/2016WR019305

Fernandes Paulo M. Botelho Hermínio S. (2003) A review of prescribed burning effectiveness in fire hazard reduction. *International Journal of Wildland Fire* 12, 117-128. <https://doi.org/10.1071/WF02042>

Hamilton M and Salerno J (2020) Cognitive Maps Reveal Diverse Perceptions of How Prescribed Fire Affects Forests and Communities. *Front. For. Glob. Change* 3:75. doi: 10.3389/ffgc.2020.00075

Harper, A. R., Doerr, S. H., Santin, C., Froyd, C. A., & Sinnadurai, P. (2018). Prescribed fire and its impacts on ecosystem services in the UK. *Science of The Total Environment*, 624, 691–703. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.161>

Huerta, A., Aybar, C., Lavado-Casimiro, W. (2018). PISCO temperaturav.1.1. SENAMHI-DHI. (Lima, Perú)

Keating, P. (2007). Fire ecology and conservation in the high tropical Andes: Observations from northern Ecuador. *Journal of Latin America Geography* 6, 43–62. doi:10.1353/LAG.2007.0003

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

Manta, M.I., Kometter, R., Navia, A. (2018). Evaluation of wildfire danger in the Peruvian Andes: First step for its reduction and adaptation. In 'VIII International Conference on Forest Fire Research', Coimbra, Portugal, pp. 44–56. (Imprensa da Universidade de Coimbra). doi:10.14195/978-989-26-16-506_4

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 (2018a). Registro de incendios sobre la cobertura vegetal a nivel nacional. MINAM. <http://geoservidor.minam.gob.pe/monitoreo-y-evaluacion/registros-historicoscofi/>

MINAM (2019) Monitoreo de las Condiciones Favorables para la Ocurrencia de Incendios sobre la cobertura Vegetal -CFOI – MINAM.

https://geoservidor.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2020/02/Monitoreo-CFOI_CV.pdf

MINAM (2018b). Mapa nacional de ecosistemas del Peru-MINAM. <https://sinia.minam.gob.pe/mapas/mapa-nacional-ecosistemas-Perù>

NASA, 2019 <https://earthobservatory.nasa.gov/images/145498/uptick-in-amazon-fire-activity-in-2019>, disponible 03 de junio 2022.

Penman TD, Clarke H, Cirulis B, Boer MM, Price OF and Bradstock RA (2020) Cost-Effective Prescribed Burning Solutions Vary Between Landscapes in Eastern Australia. *Front. For. Glob. Change* 3:79. doi: 10.3389/ffgc.2020.00079

Román-Cuesta, R.M., Salinas, N., Asbjorn, H., Oliveras, I., Huaman, V., Gutiérrez, Y., Puelles, L., Kala, J., Yabar, D., Rojas, M., Astete, R., Jordán, D.Y., Silman, M, Mosandl R, Weber M, Stimm B, Gunter S, Knoke T, Malhi Y (2011) Implications of fires on carbon budgets in Andean cloud montane forest: the importance of peat soils and tree resprouting. *Forest Ecology and Management* 261, 1987–1997. doi:10.1016/J.FORECO.2011.02.025

Román-Cuesta, R.M., Carmona-Moreno, C., Lizcano, G., New, M., Silman, S., Knoke, T., Malhi, Y., Oliveras, I., Asbjornsen, H., Vuille, M. (2014). Synchronous fire activity in the tropical high Andes: An indication of Potential conditions for fire in the Peruvian Andes. *Int. J. Wildland Fire M regional climate forcing. Global Change Biology* 20, 1929–1942. doi:10.1111/GCB.12538

Rouse, J.W., Hass, R.H., Schell, J.A., Deering, D.W. (1974). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In 'Proceedings of the Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium', 10–14 December 1973, Washington, DC. (Eds SC Freden, EP Mercanti, MA Becker) Vol. 351, pp. 309–317. (NASA: Washington, DC)

SERFOR (2018) Plan de prevención y reducción de riesgos de incendios forestales 2019–2022. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.

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>

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>

Verburg, P.H, G. Metternicht, E. Aynekulu, X. Deng, K. Schulze, S. Herrmann, N. Barger, V. Boerger, F. Dosedogru, H. Gichenje, M. Kapović-Solomon, Z. Karim, R. Lal, A. Luise, B.S. Masuku, E. Nairesiae, N. Oettlé, A. Pilon, O. Raja, N.H. Ravindranath, R. Ristić and G. von Maltitz. 2022. The Contribution of Integrated Land Use Planning and Integrated

Landscape Management to Implementing Land Degradation Neutrality: Entry Points and Support Tools. A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn, Germany.

Toman, E., Bruce Shindler & Mark Brunson (2006) Fire and Fuel Management Communication Strategies: Citizen Evaluations of Agency Outreach Activities, *Society & Natural Resources*, 19:4, 321-336, DOI: [10.1080/08941920500519206](https://doi.org/10.1080/08941920500519206)

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>

Vuille, M., Francou, B., Wagnon, P., Juen, I., Kaser, G., Mar, B.G., Bradley, R.S. (2008). Climate change and tropical Andean glaciers: Past, present and future. *Earth-Science Reviews* 89, 79–96. doi:10.1016/J.EARSCIREV.2008.04.002

Zubieta, R., Prudencio, F., Alarco, G., Reupo, J. (2019). Ocurrencia de incendios forestales durante eventos El Niño. Boletín Técnico 'Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño'. Instituto Geofísico del Perú 6, 5–9.

Zubieta Ricardo, Prudencio Fernando, Ccanchi Yerson, Saavedra Miguel, Sulca Juan, Reupo Jorge, Alarco Glory (2021) Potential conditions for fire occurrence in vegetation in the Peruvian Andes. *International Journal of Wildland Fire* 30, 836-849