

RETRASO EN EL INICIO DE LA TEMPORADA DE LLUVIAS E INCREMENTO DE LA OCURRENCIA DE INCENDIOS

Ricardo Zubieta^{1,2}, Yerson Ccanchi^{1,2},
Alejandra Martínez¹, Miguel
Saavedra¹, Edmundo Norabuena¹,
Sigrid Alvarez^{1,3}, Mercy Ilbay⁴

¹ Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú

² Universidad Nacional Agraria La Molina,
Lima, Perú

³ Universidad Nacional San Antonio Abad,
Cusco, Perú

⁴ Universidad Técnica de Cotopaxi,
Latacunga, Ecuador



Ricardo Zubieta es investigador calificado CONCYTEC, Ph. D. en Recursos Hídricos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), MSc en Ingeniería de Recursos Hídricos de la UNALM e ingeniero geógrafo de la Universidad Nacional Federico Villarreal. Recientemente, su investigación está orientada a prever las condiciones potenciales para la ocurrencia de incendios forestales.

Palabras clave: Sequía, prevención, combustible forestal, Andes, incendio

Citar como Zubieta, R., Ccanchi, Y., Martínez, A., Saavedra, M., Norabuena, E., Alvarez, S., & Ilbay, M. (2023). Retraso en el inicio de la temporada de lluvias e incremento de la ocurrencia de incendios. *Boletín científico El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, vol. 10 n.º 07, págs. 4-9.

Resumen

Al ocurrir un incendio forestal en los Andes, se suele pensar que la causa de este fuego que se propaga surge de la quema agrícola realizada por la propia población. Durante el año 2020, el periodo de la pandemia de la COVID-19, se registró la ocurrencia sin precedentes de incendios forestales en los Andes peruanos. Este estudio evalúa las condiciones climáticas y vegetativas propicias para la ocurrencia de dichos eventos haciendo uso de los datos de precipitación, reflectividad y el registro nacional de incendios (MINAM). El análisis de la precipitación estacional del año 2020 indica que este periodo no está estadísticamente asociado con un periodo de sequía; no obstante, el alto incremento de la frecuencia acumulada de días secos entre agosto y noviembre de 2020, durante el periodo de inicio de lluvias (al igual que los periodos de sequía de 2005, 2010 y 2016),

habría desempeñado un rol importante en el aumento de condiciones favorables para la propagación de quemas y, por tanto, de incendios forestales. A ello se añade el contexto de la pandemia de la COVID-19, situación que propició el retorno por parte de la población a la actividad agrícola, lo cual habría favorecido la práctica de quemas con la finalidad de limpiar el terreno previo al cultivo.

1. Introducción

Por lo general, el factor predominante que detona la aparición de un incendio en los Andes peruanos es de origen antrópico, es decir, por la acción del ser humano. Esto ocurre cuando las personas realizan prácticas de quema agrícola para la limpieza de residuos de cosechas o para la regeneración de pastizales (SERFOR, 2018). En el caso de la cordillera de los Andes del Perú, esta

se ve afectada por incendios en pastizales durante la estación seca y el inicio de la estación húmeda (mayo y noviembre) (Zubieta et al., 2021), respectivamente. En estos meses, ante el uso inadecuado del fuego, las quemas pueden convertirse en incendios forestales.

En este artículo, un incendio forestal (IF) se define como un evento con fuego descontrolado y en expansión que puede afectar ecosistemas de pastizales, matorrales o bosques andinos y amazónicos. En el Perú, los IF se presentan principalmente durante el segundo semestre del año, iniciándose y expandiéndose fácilmente hacia áreas con presencia de combustible vegetal o forestal seco. El clima puede desempeñar un factor importante en la acumulación de este combustible forestal durante y posterior a la estación sin lluvias (Roman-Cuesta et al., 2011). Esta problemática se agrava cuando eventos climáticos extremos (periodos con niveles de lluvia por debajo de lo esperado) se prolongan y ejercen un impacto sobre la vegetación generando la aparición de una mayor cantidad de combustible forestal ideal para iniciar un incendio (Díaz et al., 2012).

Estudios científicos sugieren que, bajo el contexto del cambio climático, los IF ocasionarían varios efectos potenciales en la estructura de los bosques y también en los procesos ecológicos posteriores a los incendios (Halofsky et al., 2020). En las últimas dos décadas, la ocurrencia de IF ha aumentado significativamente en las regiones altoandinas (Manta et al., 2018). Un estudio de Zubieta et al. (2021) señala que este incremento fue evidente en los años 2005, 2010 y 2016, durante los cuales se registró un aumento de hasta un 400 % en el número de incendios.

Debido a que se desconoce la naturaleza de lo ocurrido durante el año 2020, el objetivo de este artículo de divulgación, basado en la investigación de Zubieta et al. (2023), es investigar los factores climáticos y vegetativos que pudieran estar vinculados al incremento de IF desarrollados durante este periodo. Para ello, se priorizaron tres regiones de análisis ubicadas al sur (R1), centro (R2) y norte (R3) del Perú (Figura 1). Estas regiones andinas son consistentes con estudios anteriores (Zubieta et al., 2021).

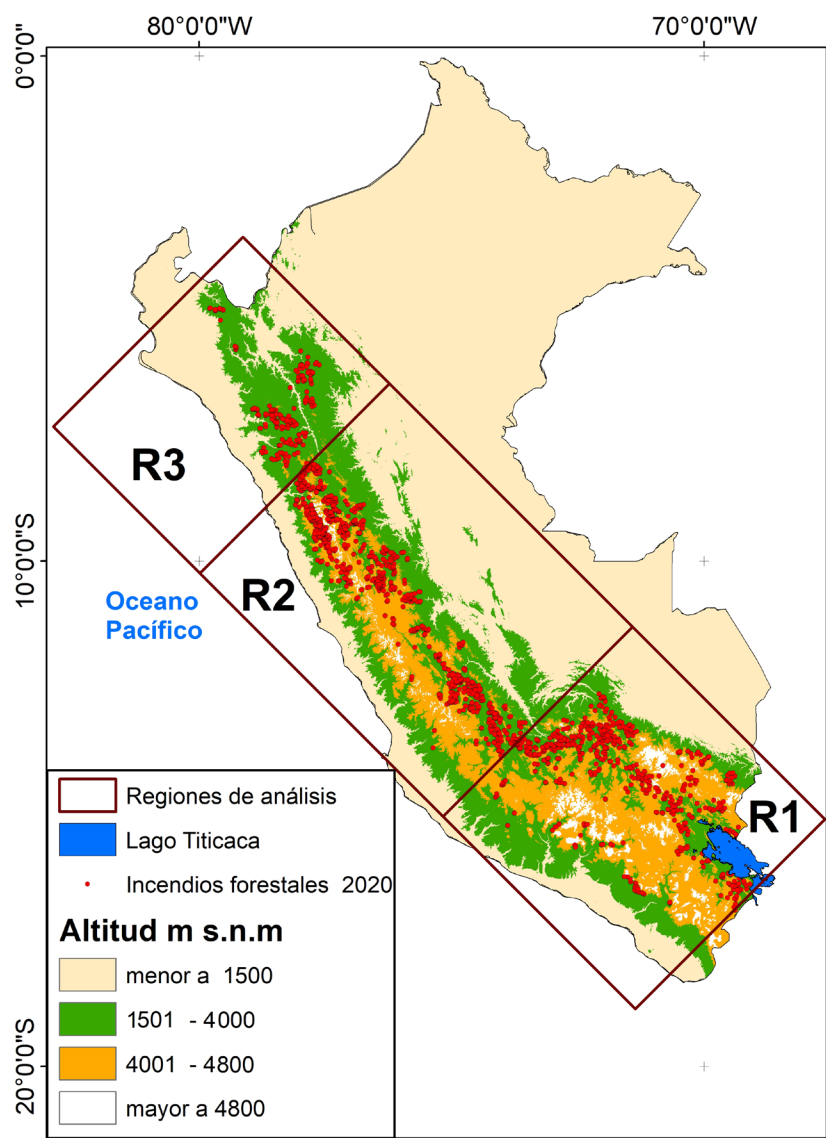


Figura 1. Localización de las tres regiones analizadas en el presente estudio identificadas como la región sur (R1), la región centro (R2) y la región norte (R3) de los Andes del Perú. Los puntos en rojo demarcan los incendios forestales reportados por INDECI (MINAM, 2020).

2. Datos y metodología

Para analizar y comprender el fenómeno de los incendios forestales en los Andes peruanos durante el año 2020, se analizan los datos de reflectividad satelital del producto MOD09A1 (MODIS-TERRA) que tienen una resolución espacial y temporal de 500 m y de 8 días, respectivamente, para el periodo comprendido entre 2001 y 2020 (Vermote et al., 2015). También se analiza el registro de datos de IF proveído por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2020). Para analizar el impacto biofísico de los factores climáticos en la vegetación, se utiliza el conjunto de datos diarios de lluvia extraídos del producto satelital IMERG (obtenido a partir del satélite Global Precipitation Measurement, GPM, por sus siglas en inglés, L3 *late precipitation*). Cabe señalar que la misión GPM sucede a la del TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission, Huffman et al., 2019). Asimismo, se emplean los datos de lluvia de la base de datos del Servicio de Hidrología y Meteorología del Perú (SENAMHI) denominada PISCOp (Peruvian Interpolated data of SENAMHI's Climatological and Hydrological Observations), la cual contiene datos mensuales desde 1981 a marzo de 2020 para 3594 subcuencas en Perú, incluidas las cuencas transfronterizas (Aybar et al., 2020; Llauca et al., 2021).

Para evaluar la sequía, la metodología empleada se basa en la estimación del índice estandarizado de precipitación (SPI) (McKee et al., 1993) y el índice global de humedad en la vegetación (GVMI, por sus siglas en inglés) (Ceccato et al., 2002). Asimismo, se emplea la frecuencia acumulada de días secos (DDF, por sus siglas en inglés) que se define en este artículo como la frecuencia acumulada de días con lluvia por debajo de 1.0 mm.

3. Resultados y discusión

El análisis de sequías utilizando el índice estandarizado de precipitación (SPI- 3 meses), a partir de datos mensuales, identifica claramente las sequías severas de los años 2005, 2010 y 2016 a lo largo de los Andes peruanos, tal como se señala en el estudio de Zubieta et al. (2023). Esto es consistente con otros estudios científicos para regiones andinas y amazónicas del Perú (Marengo et al., 2016; Jiménez et al., 2019); no obstante, no es evidente que el periodo de lluvias de 2020 haya presentado condiciones más secas de lo

normal (Zubieta et al., 2023), lo que podría indicar que el análisis de los datos estacionales o mensuales puede ofrecer una interpretación limitada de la distribución espacial y temporal de la lluvia (Zubieta et al., 2017).

Por lo tanto, existe aún incertidumbre acerca del rol que desempeñó la sequía sobre la vegetación y si influyó en gran medida o no en el incremento severo de la ocurrencia de IF durante el año 2020 en los ecosistemas de pastizales. Los pastizales son el ecosistema natural más asociado con el riesgo de incendio (Manta et al., 2018). Aproximadamente, el 80 % de las emergencias por IF en Perú se desarrollan entre 1500 y 4000 m s. n. m. (Zubieta et al., 2021). Cabe resaltar que los Andes peruanos se caracterizan por claros y muy diferenciados periodos secos y húmedos (Espinoza et al., 2009). El análisis de la DDF sugiere que, por una parte, el periodo seco se inicia predominantemente en abril y alcanza su primera más alta frecuencia entre los meses de julio y septiembre (Figura 2). A diferencia de los Andes del norte y centro del Perú, hay una mayor continuidad en el número de días secos en el sur del Perú entre mayo y septiembre, lo que puede estar asociado a la fuerte estacionalidad de las lluvias en los Andes documentada en estudios científicos (Espinoza et al., 2009). Entre los meses de septiembre e inicios de noviembre hay una paulatina disminución de la DDF (Figura 2), la cual se debe, principalmente, al inicio diferenciado de la temporada de lluvias en la región de los Andes del Perú (Espinoza et al., 2009).

Asimismo, es notoria una segunda alta frecuencia de la cantidad de días secos durante noviembre (centro y sur del Perú) y diciembre (norte del Perú), lo cual pone de manifiesto que el inicio de la temporada de lluvias en el Perú ejercería un rol en las condiciones potenciales para el incremento de los IF en el sur, centro y norte del país (Figura 2). En efecto, el inicio de la temporada de lluvias puede ser extremadamente variable dada la distribución espacial y temporal de la lluvia diaria en zonas andinas (Giráldez et al., 2020). El impacto de la cantidad de los días secos sobre la vegetación durante el periodo de estiaje, junto con su prolongación hacia el inicio de la temporada de lluvias, podría incrementar las condiciones potenciales para la ocurrencia de incendios forestales de gran magnitud, lo cual está ligado a una mayor acumulación de combustible vegetal que quedaría expuesto en noviembre y diciembre debido al retraso en el inicio de las lluvias.

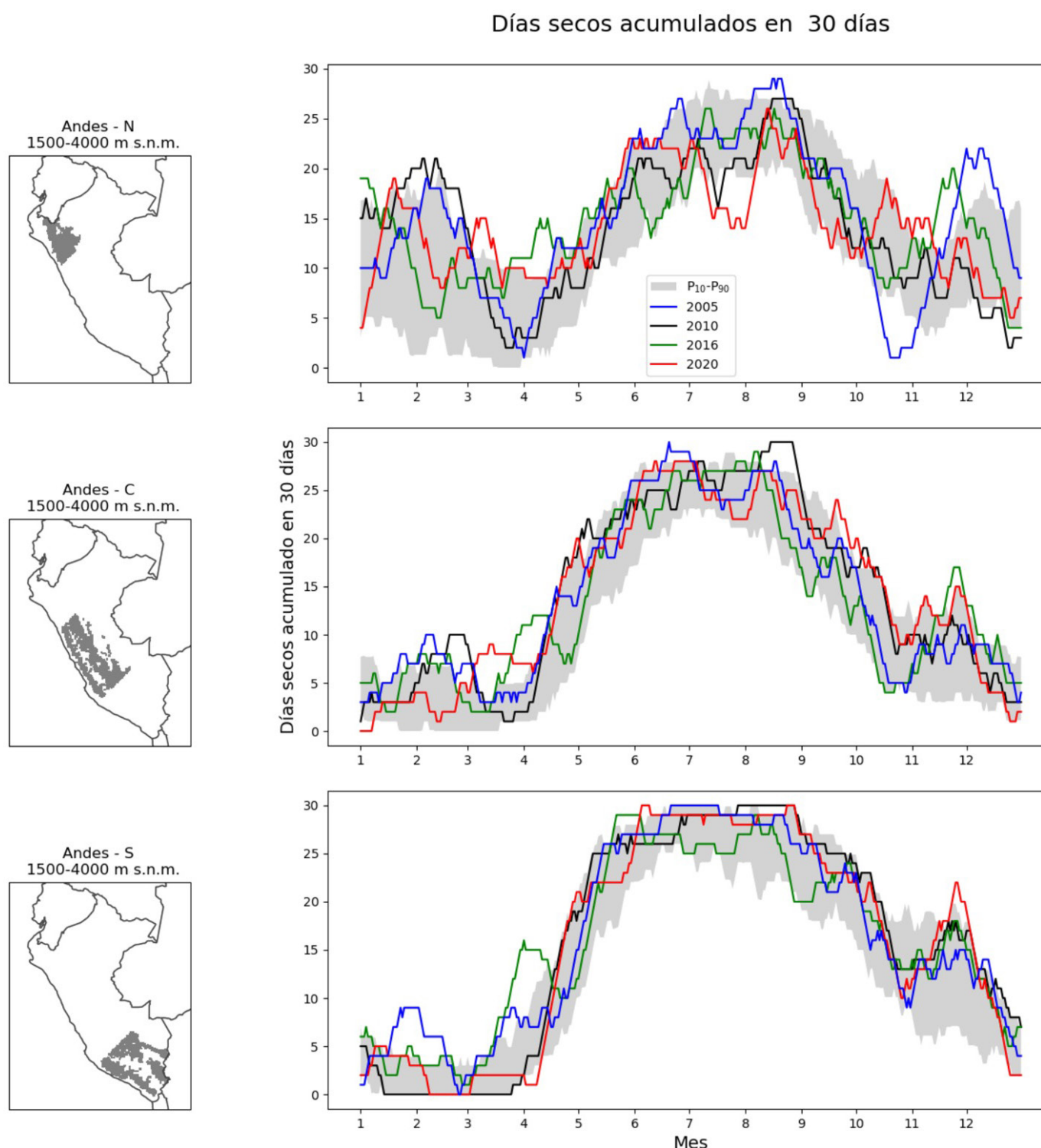


Figura 2. Frecuencia acumulada de días secos (DDF, por sus siglas en inglés) de los últimos 30 días calculada a partir de datos satelitales de lluvia extraídos de GPM (Global Precipitation Measurement) entre enero y diciembre de 2020 para cada región descrita en la Figura 1: zona sur (R1, panel inferior), zona centro (R2, panel central) y zona norte (R3, panel superior). Regiones grises en el gráfico DDF se refieren al registro histórico (percentil 10 [P10]-percentil 90 [P90]).

Un claro ejemplo del incremento de los días secos y de la frecuencia de incendios puede observarse en los eventos ampliamente reportados en medios de comunicación durante noviembre de 2016, lo que propició una declaratoria de emergencia para Cajamarca y Lambayeque en el norte del Perú (D. S. n.º 085-2016-PCM). Es en la región norte del Perú que el DDF alcanza valores sin precedentes durante noviembre de 2016 (Figura 2). Asimismo, el impacto del periodo de estiaje y el retraso en el inicio de la temporada puede verse claramente en la distribución espacial de la anomalía negativa de GVMI a lo largo

de los Andes peruanos para noviembre de 2016, la que muestra valores ligeramente más negativos de GVMI en Cajamarca y Lambayeque (Figura 3a). Cabe resaltar que un patrón similar a noviembre de 2016 a lo largo de los Andes peruanos es también observado en noviembre de 2020 (Figura 3b). Este patrón sugiere que las condiciones climáticas ejercieron mayor exposición del combustible vegetal durante 2020, al igual que 2016, lo cual pudo incrementar el potencial de propagación de IF ante quemados que se hayan llevado a cabo. Este factor climático se suma al rol que ejerció la pandemia de la COVID-19 ante

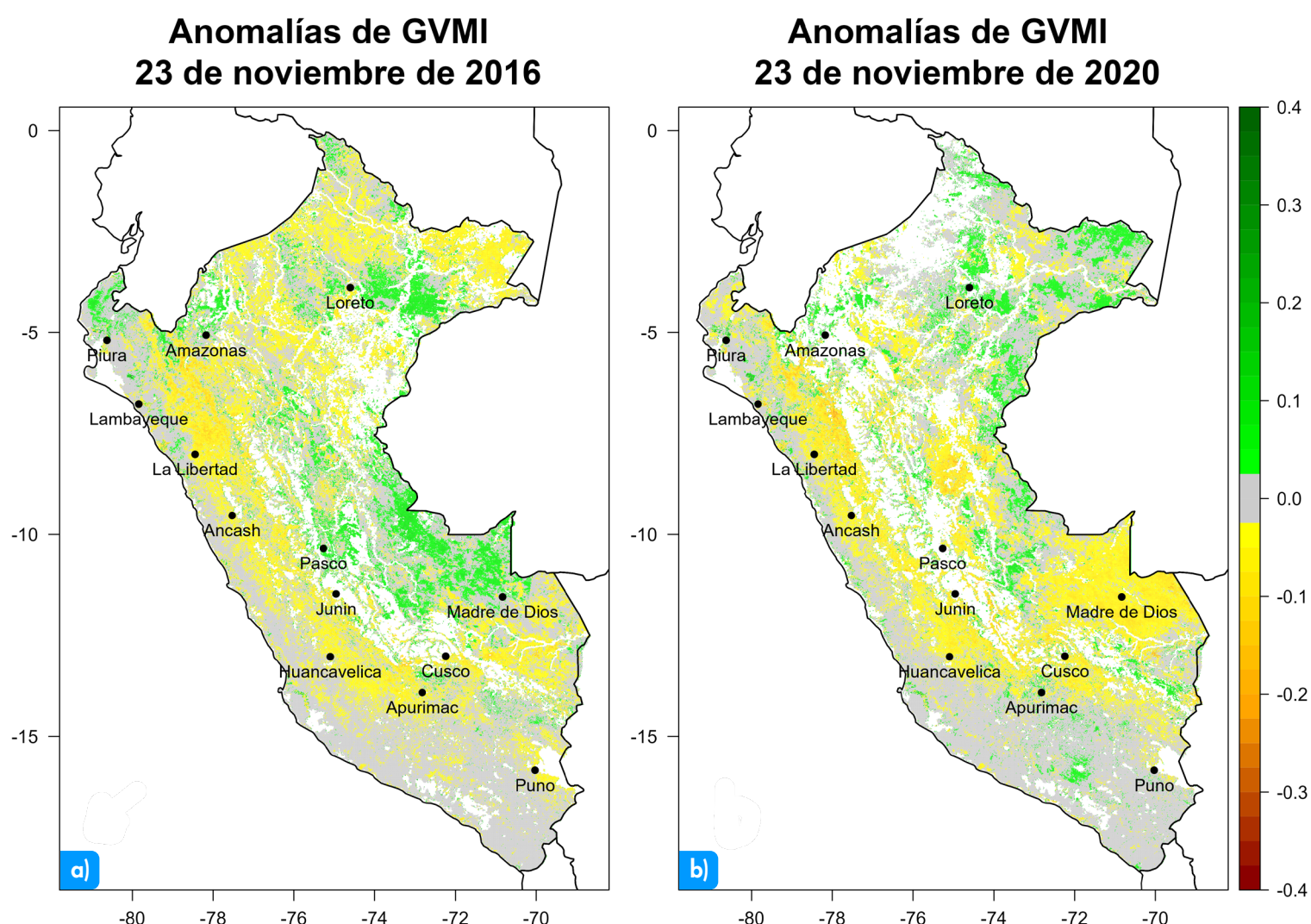


Figura 3. Distribución espacial de la anomalía del índice global de humedad en la vegetación (GVM, por sus siglas en inglés) para noviembre de 2016 (a) y noviembre de 2020 (b).

el retorno a las actividades agrícolas por parte de pobladores, situación que pudo incrementar el número de quemas y, a su vez, la ocurrencia de incendios (Álvarez, 2022), lo cual es consistente también con el incremento de la producción agrícola (5.7 %) identificado durante el 2020 (MIDAGRI, 2020).

4. Conclusiones

El año 2020 estuvo marcado por un aumento sin precedentes en el número de emergencias por incendios forestales (MINAM, 2020). Durante este año, el análisis estacional no indica que el periodo de lluvias estuviera asociado a sequías; sin embargo, el análisis de la frecuencia acumulada de días secos sugiere una similitud con las condiciones de sequía que ocurrieron en 2016, además de 2005 y 2010 (Zubieta et al., 2023). Esto indica que la sequía,

mediante el retraso del inicio de la temporada de lluvias, jugó un papel importante en la ocurrencia de incendios forestales entre mayo y noviembre del año 2020. Este hallazgo fue corroborado mediante la estimación del índice GVM (Índice global de humedad de la vegetación) que también presentó valores por debajo de lo normal de abril a noviembre. Otro factor adicional en 2020 pudo haber estado asociado a la pandemia de la COVID-19 mediante la expansión de la frontera agrícola (Álvarez, 2022), llevada a cabo por personas provenientes de las ciudades quienes se dedicaron a la actividad agrícola (no habituada) durante el periodo de pandemia 2020.

El análisis de los datos estacionales puede dar lugar a una interpretación limitada de la precipitación, ya que un porcentaje muy bajo de la precipitación anual total puede caer durante la estación seca y el inicio de la estación húmeda, lo que condiciona periodos secos prolongados (Martin-Vide, 2004). La estimación de la frecuencia de días secos puede ser un parámetro útil para caracterizar y monitorear el periodo de estiaje.

Referencias

- Alvarez, S. (2022). *Percepción frente a la ocurrencia de incendios forestales en los pobladores de la comunidad Chanka, Huanquite – Paruro y del centro poblado Arín-Huarán, Calca – Calca*. Tesis para optar el Título profesional en Antropología. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Aybar, C., Fernández, C., Huerta, A., Lavado, W., Vega F., & Felipe-Obando, O. (2020). Construction of a high-resolution gridded rainfall dataset for Peru from 1981 to the present day. *Hydrological Sciences Journal*, 65, 770-785. <https://doi.org/10.1080/02626667.2019.1649411>
- 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. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00037-8](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00037-8)
- Diaz, D., Rashford, B., De Gryze, S., Zakreski, S., Dell, R., & Niles, M. (2012). Evaluation of Avoided Grassland Conversion and Cropland Conversion to Grassland as Potential Carbon Offset Project Types. *Climate Trust*, 1, 94-95. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21098.41920>
- Espinoza, J.C., Ronchail, J., Guyot, J.L., Cochraneau, G., Filizola, N., Lavado, W., de Oliveira, E., Pombosa, R., & Vauchel, P. (2009). Spatio-temporal rainfall variability in the Amazon Basin Countries (Brazil, Peru, Bolivia, Colombia and Ecuador). *International Journal of Climatology*, 29, 1574-1594. <https://doi.org/10.1002/joc.1791>
- Giráldez, L., Silva, Y., Zubieta, R., & Sulca, J. (2020). Change of the rainfall seasonality over Central Peruvian Andes: onset, end, duration and its relationship with large-scale atmospheric circulation. *Climate*, 8(2), 23. <https://doi.org/10.3390/cli8020023>
- Halofsky, J.E., Peterson, D.L., & Harvey B.J. (2020) Changing wildfire, changing forests: the effects of climate change on fire regimes and vegetation in the Pacific Northwest, USA. *Fire Ecology*, 16, 4. <https://doi.org/10.1186/s42408-019-0062-8>
- Huffman, G.J., Stocker, E.F., Bolvin, D.T., Nelkin, E.J., & Tan, J. (2019). GPM IMERG Final Precipitation L3 1 day 0.1 degree x 0.1 degree V06. Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center. <https://doi.org/10.5067/GPM/IMERGDF/DAY/06>
- Jimenez-Muñoz, J.C., Marengo, J., Alves, L., Sulca, J.C., Takahashi, K., Ferret, S. & Collins, M. (2019). The role of ENSO flavors and TNA on recent droughts over Amazon forests and the Northeast Brazil region. *Int. J. Climatol.* <https://doi.org/10.1002/joc.6453>
- Llauca, H., Lavado-Casimiro, W., Montesinos, C., Santini, W., & Rau, P. (2021). PISCO_HyM_GR2M: A Model of Monthly Water Balance in Peru (1981–2020). *Water*, 13(8), 1048. <https://doi.org/10.3390/w13081048>
- Manta, M.I., Kometter, R., & Navia, A. (2018). *Evaluation of wildfire danger in the Peruvian Andes: First step for its reduction and adaptation*. VIII International Conference on Forest Fire Research in: Coimbra, Portugal, 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, 1033–1050. <https://doi.org/10.1002/joc.4420>
- Martin-Vide, J. (2004). Spatial distribution of a daily precipitation concentration index in Peninsular Spain. *International Journal of Climatology*, 24, 959–971. <https://doi.org/10.1002/joc.1030>
- McKee, T.B., Doesken, N.J., & Kliest, J. (1993). *The relationship of drought frequency and duration to time scales*. the 8th Conference of Applied Climatology. Am. Meteorol. Soc., Anaheim, Calif.
- MIDAGRI. (2020). *Impacto de la covid-19 en la actividad agraria y perspectivas*. Dirección general de políticas agrarias, Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria, II informe -Ministerio de Agricultura.
- MINAM. (2020). *Registro histórico de incendios sobre la cobertura vegetal a nivel nacional*. Ministerio del Ambiente - Perú. 1–4. <http://geoservidor.minam.gob.pe/monitoreo-y-evaluacion/registros-historicos-cfoi/>
- 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. <https://doi.org/10.1111/gcb.12538>
- SERFOR. (2018). *Plan de prevención y reducción de riesgos de incendios forestales 2019-2022*. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.
- Vermote, E.F., Roger, J.C., & Ray, J.P. (2015). MODIS Surface Reflectance User's Guide Collection 6.
- Zubieta, R., Saavedra, M., Silva, Y., & Giraldez, L. (2017). Spatial analysis and temporal trends of daily precipitation concentration in the Mantaro River basin - Central Andes of Peru. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 31, 1305-1318. <https://doi.org/10.1007/s00477-016-1235-5>
- Zubieta, R., Prudencio, F., Ccanchi, Y., Saavedra, M., Sulca, J., Reupo, J., & Alarco, G. (2021). Potential conditions for fire occurrence in vegetation in the Peruvian Andes. *International Journal of Wildland Fire*, 30, 836-849. <https://doi.org/10.1071/WF21029>
- Zubieta, R., Ccanchi, Y., Martínez, A., Saavedra, M., Norabuena, E., Alvarez, S., & Ilbay, M. (2023). The role of drought conditions on the recent increase in wildfire occurrence in the high Andean regions of Peru. *International Journal of Wildland Fire*, 1–14. <https://doi.org/10.1071/WF21129>. Disponible también en el Repositorio Geofísico Nacional: <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/5385>