

Introducción

- La **duración de la estación seca en la Amazonía** es un factor crítico para:
 - La salud de los bosques tropicales
 - El secuestro de carbono
 - Los medios de vida humanos
- Investigaciones recientes han mostrado un incremento en la duración de la estación seca en la cuenca del Amazonas, especialmente en la porción sudoriental que está fuertemente deforestada¹
- Sin embargo, las tendencias en la duración de la estación seca y en la cantidad de precipitación son regionalmente variables². Se necesita más investigación con respecto a dinámicas climáticas y respuestas ecosistémicas en regiones específicas
- Nuestra investigación se centra en la Amazonía Sudoccidental, un área comparativamente menos estudiada y relativamente intacta. Específicamente, nos enfocamos en la remota región transfronteriza conformada por Ucayali, Perú y Acre, Brasil.
- Está área contiene altos niveles de diversidad ecológica y cultural y grandes extensiones de bosque intacto, pero también es amenazada por deforestación, degradación, expansión agrícola y construcción de carreteras.
- Nosotros combinamos datos remotamente sensados con una red de estaciones meteorológicas *in-situ* para poder abordar la pregunta siguiente:

¿Observamos tendencias de aumento en la duración de la estación seca en la región transfronteriza de la Amazonía Sudoccidental?

Objetivos

Específicamente, buscamos responder las preguntas siguientes:

- ¿Ha cambiado la duración de la estación seca o húmeda a través del tiempo?
- ¿Ha cambiado la cantidad de precipitación en la estación húmeda o seca a través del tiempo?
- ¿ En qué medida los datos remotamente sensados concuerdan con los datos de estaciones meteorológicas?

Datos y Métodos

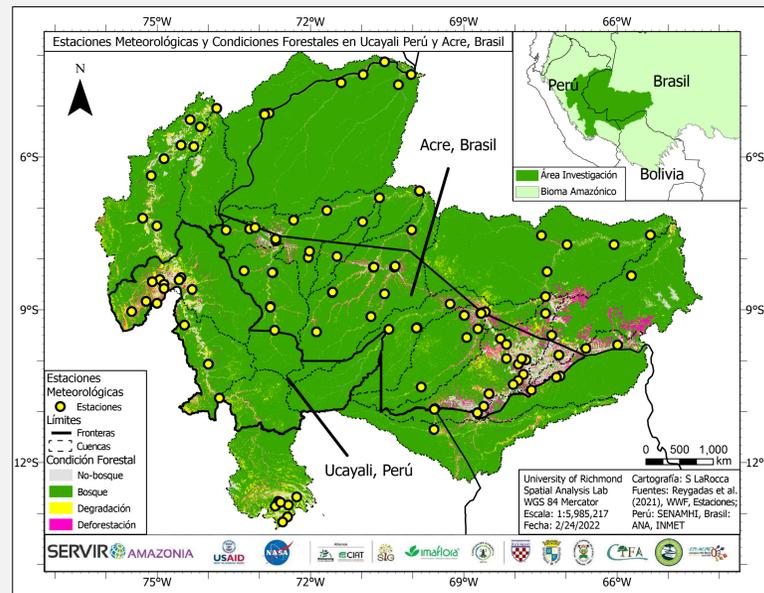
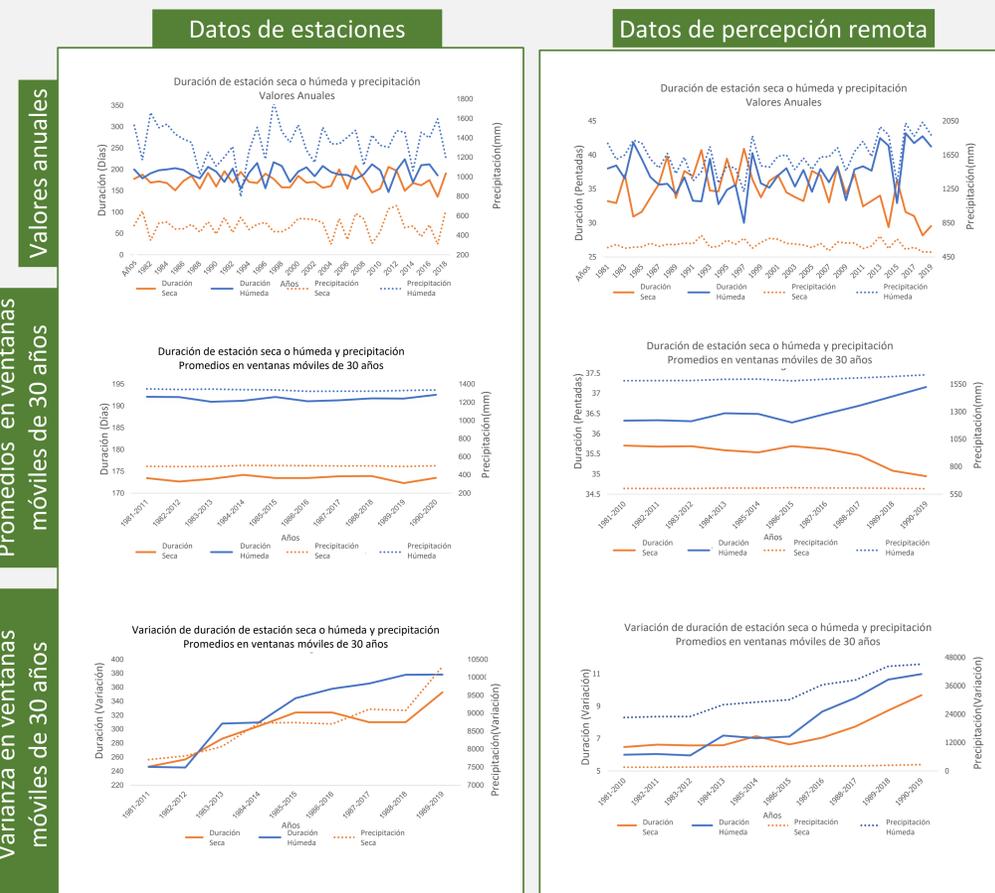


Figura 1: La región de interés incluye todas las cuencas que conectan Ucayali, Perú y Acre, Brasil. Los datos de las estaciones meteorológicas se obtuvieron del Servicio Nacional De Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), la Agencia Nacional de Aguas de Brasil (ANA) y el Instituto Nacional de Meteorología de Brasil (INMET). Las condiciones forestales para el periodo 2003-2020 se adquirieron de Reygadas et al. (2021)³. El área del bioma Amazónico se obtuvo de World Wildlife Foundation (WWF)⁴.

- Área de estudio:** incluye todas las cuencas que conectan los estados de Ucayali, Perú y Acre Brasil, el periodo de estudio es de 1981 a 2020.
- Datos de estaciones meteorológicas:** utilizamos una **red de estaciones meteorológicas** con datos de precipitación diaria. De las 121 estaciones disponibles, 90 se incluyeron en el análisis. La duración de las estaciones seca y húmeda se definió usando un método de Acumulación de Anomalías, el cual se base en cantidades de precipitación⁵
- Datos de percepción remota:** también usamos **datos remotamente sensados** obtenidos de RADS (*Characteristics of Rainy and Dry Seasons*), una base de datos que contiene características de las estaciones húmeda y seca calculadas a partir de datos CHIRPS (*Climate Hazards Center InfraRed Precipitation with Station data*)⁶
- Método:** las tendencias en ambos tipos de datos se evaluaron usando el test de Mann-Kendall modificado⁷

Resultados



Para los valores anuales no se encontraron tendencias significativas en ningún tipo de dato ni en ninguna variable.

Para los promedios calculados en ventanas móviles de 30 años no se encontraron tendencias significativas en los datos de estaciones. Sin embargo, en los datos de percepción remota, se encontró una **tendencia negativa en la duración de la estación seca ($p < 0.00$) y **tendencias positivas tanto en la duración** ($p = 0.03$) como en la **precipitación** ($p < 0.00$) de la estación húmeda.**

Para la varianza calculada en ventanas móviles de 30 años, los datos de estaciones arrojaron **tendencias positivas significativas en la duración de la estación seca ($p < 0.00$) y **húmeda** ($p < 0.00$), y en la **precipitación de la estación seca** ($p < 0.00$). Los datos de percepción remota arrojaron **tendencias positivas significativas en todas las variables** ($p < 0.00$).**

Discusión

Los datos de las estaciones generalmente concuerdan con los datos de percepción remota. Sin embargo, solo en los datos de percepción remota calculados a partir de promedios móviles, se observó una **tendencia significativamente negativa en la duración de la estación seca** y una **tendencia positiva en la duración y precipitación de la estación húmeda**. Estos resultados contrastan con hallazgos recientes que señalan tendencias positivas en la duración de la estación seca en la Amazonía sudoriental (ubicación del arco de deforestación en Brasil) y demuestran el valor de la investigación a escala regional dentro de la cuenca del Amazonas.

Un resultado importante hallado en ambos tipos de datos fue la **tendencia significativamente positiva en todas las variables, excepto en la precipitación de la estación húmeda obtenida de estaciones meteorológicas**. Esto indica que las duración y cantidad de lluvia de las estaciones es cada vez más variable y menos predecible. Dado que la duración de las estaciones es un factor importante que influye en procesos ecosistémicos, producción agrícola, seguridad alimentaria y actividad forestal, estos hallazgos tendrán implicaciones para la resiliencia de los sistemas bióticos y humanos en esta región, la cual está sujeta a cambios climáticos y de uso del suelo.

Referencias

- Fu, et al. (2013). *Increased dry-season length over southern Amazonia in recent decades and its implication for future climate projection*. PNAS, 110 (45)
- Paca, V. H. da M., et al. (2020). *Variability of Trends in Precipitation across the Amazon River Basin Determined from the CHIRPS Precipitation Product and from Station Records*. Water 12, 1244
- Reygadas, Y., et al. (2021). *Mapping forest disturbances across the Southwestern Amazon: tradeoffs between open-source Landsat-based algorithms*. Environ. Res. Commun. 3 091001
- Olson, D. M., et al. (2001). *Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth*. Bioscience 51(11):933-938.
- Bombardi, R. J. et al. (2019). A Global Gridded Dataset of Characteristics of Rainy and Dry Seasons. Bulletin of the American Meteorological Society, 100 (7).
- Funk, C. et al. (2018). The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. Scientific Data, 2
- Hamed, K. H., & Rao, A. R. (1998). A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data. Journal of Hydrology, 204 (1-4)

Agradecimientos

