

Proyectos y publicaciones Observatorio Poleka Kasué

Universidad EIA

Febrero 2024

Proyectos de investigación y consultoría

2023. Monitoring Elevation-Dependent Warming (EDW) in the Northern Andes. Geo Mountains Small Grants Program 2023.

2022-2023. Líneas de bosque colombianas en un contexto global: desarrollo de estudios con aplicación local y globalmente comparables sobre el funcionamiento de la transición bosque-páramo en los Andes del Norte. Universidad de Marburg (Alemania), Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Universidad EIA

2017-2021. A tropical multi-proxy approach to testing the role of CO₂ in the last glacial termination. Proyecto de investigación liderado por la Universidad de Irlanda en Galway.

2017-2021. Dinámica eco-hidrológica de la vegetación de páramo asociada a sus rasgos funcionales, bajo condiciones climáticas actuales y proyectadas. Proyecto de investigación financiado por Universidad EIA y Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

2017-2019. Reconstrucción geomorfológica de eventos glaciares Holocenos en la vertiente occidental del Nevado Santa Isabel. Proyecto de investigación financiado por Universidad EIA.

2017-2018. Flora del Bosque Andino en la cuenca media del Río Claro (Caldas). Proyecto del Fondo Editorial EIA, financiado por Isagen y Universidad EIA.

2017. Definición de línea base de cambio y variabilidad climática, recurso hídrico y biodiversidad en el Parque Nacional Natural Los Nevados y sus áreas circundantes. Proyecto de consultoría financiado por WWF.

2015-2016. Caracterización hidroclimática de la cuenca del Río Claro, Parque Nacional Natural Los Nevados, enfocada a la generación de energía geotérmica. Proyecto de consultoría financiado por Isagen.

2011-2015. Impacts of climate change on biodiversity in the Tropical Andes: climate-related vulnerability and risk assessments and improved decision-making processes for conservation and land use planning in two Andean biodiversity hotspots. (Parallel study site). Proyecto de investigación financiado por The MacArthur Foundation.

2011-2014. Inferencia de cambios en condiciones de inestabilidad atmosférica y posible respuesta de la vegetación en la zona alta de la cuenca hidrográfica del Río Claro, Parque Nacional Natural Los Nevados. Proyecto de investigación financiado por Universidad EIA.

2010-2013. Dendrochronological potential of Polylepis and Espeletia in the high-altitude ecosystems of the Colombian Central Cordillera, South America. Proyecto de investigación financiado por the Climate Center at Lamont-Doherty Earth Observatory.

2008-2009. Climate variability and change in high-mountain watersheds, case study: Claro River high-mountain basin, Los Nevados Natural Park, Andean Central Mountain Range, Colombia. Proyecto de investigación financiado por International Research Institute for Climate and Society, Columbia University in the City of New York.

2009-2010. Señales de cambio y variabilidad climática en la oferta hídrica superficial en cuencas hidrográficas en zonas de alta montaña. Estudio de caso: cuencas de los ríos Claro y Otún, Parque Nacional Natural Los Nevados, Colombia. Proyecto de investigación financiado por Universidad EIA.

2008-2009. Signals of climate variability/change in surface water supply of high-mountain watersheds. Case study: Claro River high mountain basin, Los Nevados Natural Park, Andean Central Mountain Range. Contrato 7147577 – The World Bank Group.

2006-2007. Hacia el entendimiento de las señales de cambio climático y variabilidad climática en la oferta hídrica superficial de cuencas hidrográficas en zonas de alta montaña. Proyecto de investigación financiado por Universidad EIA.

Artículos de investigación

Meyers, B., Gutiérrez-Lagoueyte, M. E., & Tobón, C. (2023). Measurement of actual evapotranspiration in a páramo ecosystem using portable closed chambers: Comparison between giant rosettes, tussock grasses and shrubs. *Ecohydrology*. <https://doi.org/10.1002/eco.2525>

Ruiz-Carrascal D, González-Duque D, Restrepo-Correa I (2022). Two-tiered reconstruction of late Pleistocene to Holocene changes in the freezing level height in the largest glaciated areas of the Colombian Andes. *Journal of Mountain Science*.

Ruiz-Carrascal D, Armenta-Porras GE, González-Duque D, Angarita H, Depsky N, Yates D, Dorado-Delgado J, López-Álvarez LA, Ruiz-Murcia JF (sometido, 2021). On the assessment of likely near-term changes in climate extremes in the densely-populated Magdalena-Cauca watershed, Colombia. *International Journal of Climatology*.

Ceccato P, Fernandes K, Ruiz D, and Allis E (2014). Climate and environmental monitoring for decision making. *Earth Perspectives* 2014, 1:16. doi:10.1186/2194-6434-1-16. Publicado en línea: <http://www.earth-perspectives.com/content/1/1/16>.

Ruiz D, Martinson DG, Vergara W (2012). Trends, stability and stress in the Colombian Central Andes. *Climatic Change* 112 (3): 717-732, doi: 10.1007/s10584-011-0228-0, publicado en línea en: <http://www.springerlink.com/content/c653k74607444606/>.

Ruiz D (2010). Indo-Pacific and Tropical Atlantic EOF modes: contributions to the analyses of cloud cover conditions in the Los Nevados Natural Park, Colombian Central Mountain Range. *Revista Escuela de Ingeniería de Antioquia (EIA)*, ISSN 1794-1237 Número 14, p. 39-52.

Ruiz D, Moreno HA, Gutiérrez ME, Zapata PA (2008). Changing climate and endangered high mountain ecosystems in Colombia. *Science of the Total Environment*, Vol 398 (1-3): 122-132; doi: 10.1016/j.scitotenv.2008.02.038.

Artículos de divulgación

Gutiérrez-Lagoueyte, ME; Ángel-Saint, E (2023). Poleka Kasué, una iniciativa de investigación de la universidad eia en la alta montaña de colombia para el monitoreo del cambio climático global. Revista SAI.

Ruiz-Carrascal D (2016). Poleka Kasue Mountain Observatory, Los Nevados Natural Park, Colombia. Joint Issue Mountain Views/Mountain Meridian, Consortium for Integrated Climate Research in Western Mountains (CIRMOUNT) and Mountain Research Initiative (MRI), Vol 10, Number 2, December 2016, pp. 17-20.

Ruiz D, Herzog SK, Jørgensen PM, Larsen TH, Martínez R, Nieto JJ, Poats SV, and Ohira M (2012). Five-tiered integrated climate-related biodiversity vulnerability assessment in the Tropical Andes. Mountain Research Initiative Newsletter 7: 7-11. Publicado en línea en: <http://mri.scnatweb.ch/individual-articles-mri-news-no.7-high-resolution/view-category/Page-3>.

Libro

Gutiérrez-Lagoueyte, ME, Morales-Morales, PA, Ospina-Sánchez, A, Sánchez-Gómez, JC, Posada-Posada, MI, Ruiz-Carrascal, D (2018). Bosque Andino: flora de la media y alta montaña en la cuenca del río Claro, Caldas. Fondo Editorial EIA, 280 p., ISBN: 978-958-56679-6-9

Capítulos de libro

Ruiz-Carrascal D (2023). Cambio esperado en las condiciones climáticas de los páramos colombianos. Chapter 8 (Cambio climático y los páramos) in: Tobón, C. (ed.). Ecohidrología de los páramos Andinos. 14 pp.

Gutiérrez-Lagoueyte, M.E., Leandro-Arévalo M.F., y Tobón-Marín, C. (2023). Capítulo 6. Rasgos funcionales de las especies de flora dominantes en el páramo, Parque Nacional Natural Los Nevados. En: Tobón, C. (ed.). Ecohidrología de los páramos Andinos. 35 pp.

Ruiz-Carrascal, D., Armenta-Porras, G.E., González-Duque, D., Ruiz-Murcia, J.F., Angarita, H., Rogeliz, C., Depsky, N., Yates, D., López-Álvarez, L.A., Dorado-Delgado, J. (2019). Escenarios de cambio climático y variabilidad climática en la macrocuenca Magdalena-Cauca para el horizonte prospectivo 2015-2040. En: Análisis de vulnerabilidad y riesgo al cambio climático de las planicies inundables de la macrocuenca Magdalena-Cauca. IDEAM, TNC, 2019. 68 pp.

Ruiz-Carrascal, D. (2018). Tendencias climáticas generales en los bosques andinos Colombianos. En: Quintero Vallejo, E., Benavides, A.M., Moreno, N., Gonzalez-Caro, S. (Ed.), Bosques Andinos, estado actual y retos para su conservación en Antioquia (pp. 105-119). Medellín, Colombia: Fundación Jardín Botánico de Medellín Joaquín Antonio Uribe-Programa Bosques Andinos (COSUDE). 1 Ed – Medellín, 2018. 542 páginas. ISBN 978-958-59470-5-4.

Anderson, E.P., J. Marengo, R. Villalba, S. Halloy, B. Young, D. Cordero, F. Gast, E. Jaimes, D. Ruiz (2011). "Consequences of climate change for ecosystems and ecosystem services in the Tropical Andes". Pp. 1-18 en: Herzog SK, Martínez R, Jørgensen PM, Tiessen H (Eds.). Climate change and biodiversity in the Tropical Andes. MacArthur Foundation, Inter-American Institute of Global

Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), São José dos Campos and Paris, 348pp., ISBN: 978-85-99875-05-6

Ruiz D, Arroyave MP, Gutierrez ME, and Zapata PA (2011). "Increased climatic stress on high-Andean ecosystems in the Cordillera Central of Colombia". Pp. 182-191 en: Herzog SK, Martínez R, Jørgensen PM, Tiessen H (Eds.). Climate change and biodiversity in the Tropical Andes. MacArthur Foundation, Inter-American Institute of Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), São José dos Campos and Paris, 348pp., ISBN: 978-85-99875-05-6

Herzog, S.K., P.M. Jorgensen, R. Martinez, C. Martius, E.P. Anderson, D.G. Hole, T.H. Larsen, J.A. Marengo, D. Ruiz, H. Tiessen (2010). "Efectos del cambio climático en la biodiversidad de los Andes tropicales: el estado del conocimiento científico. Resumen para tomadores de decisiones y responsables de la formulación de políticas públicas". Instituto Interamericano para la investigación del Cambio Global (IAI). Sao Jose dos Campos, Brasil, 30 pp.

Disertaciones doctorales

Gutiérrez-Lagoueyte, ME (2023). Dinámica ecohidrológica de tipos funcionales de vegetación en los páramos bajo condiciones climáticas actuales y proyectadas. Doctorado en Ecología, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

Ruiz-Carrascal, D. (2013). Adaptation strategies to climate change in the tropics: analysis of two multi-factorial systems (high-altitude Andean ecosystems and Plasmodium falciparum malaria infections). Doctorado en Earth and Environmental Sciences, Columbia University in the City of New York (USA).

Tesis de maestría

García, V (en proceso). Balance hídrico río Claro en condiciones de cambio climático. Maestría en Ingeniería, Universidad EIA.

Camelo, LM (2023). Comunidades con forma de cojín de los páramos de Colombia: rasgos funcionales y su ecohidrología. Maestría en Bosques y Conservación Ambiental, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

Cortés-Izquierdo, LT (2018). Selección de áreas estratégicas para la conservación en proyectos de desarrollo. Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

Gutiérrez-Lagoueyte, ME. (2012). Vegetation-environment relationships under current and future climate in the páramos, tropical high mountain ecosystems of Colombia. Maestría en Biología de la Conservación, State University of New York, College of Environmental Science and Forestry (SUNY-ESF), Syracuse, Estados Unidos.

Tesis de pregrado

Alzate, J (2023). Usos etnobotánicos de la flora del ecosistema de alta montaña de la cuenca alta del río Claro, Caldas. Ingeniería Ambiental, Universidad EIA.

Duque, J (2022). Modelo de dinámica poblacional de una población de Espeletia harwegiana en el Parque Nacional Natural Los Nevados, afectada por diferentes agentes patógenos. Ingeniería Ambiental, Universidad EIA.

David, E (2022). Caracterización del ecosistema límite superior del bosque (LSB) en la zona de amortiguación del PNN Los Nevados, en la cuenca del Río Claro. Ingeniería Ambiental, Universidad EIA.

Ramírez, MJ y Díez, V (2016). Fraccionamiento de la materia orgánica del suelo en la cuenca alta del río Claro, Caldas. Ingeniería Ambiental, Universidad EIA.

Cárdenas, JP (2016). Aplicabilidad del software InVEST para el mapeo de servicios ecosistémicos: caso cuenca alta del río Claro. Ingeniería Ambiental, Universidad EIA.

Echandía, AF (2016). Presión antrópica en la cuenca alta del Río Claro: cambios en usos y coberturas del suelo. Ingeniería Ambiental, Universidad EIA.

Arango MC y Atehortúa M (2015). Cuantificación del carbono almacenado en los suelos del Parque Nacional Natural Los Nevados. Ingeniería Ambiental, Universidad EIA.

Cuevas J (2015). Inferencia del comportamiento del nivel de condensación por elevación en un sitio estratégico de los Andes tropicales. Fase 1: componente física. Ingeniería Ambiental, Universidad EIA.

Vanegas T y Estrada JA (2015). Valoración económica de los páramos: Parque Nacional Natural Los Nevados. Ingeniería Ambiental, Universidad EIA.

González D y Correa A (2014). Cuantificación de la exposición al cambio climático de ecosistemas estratégicos de los Andes tropicales. Ingeniería Ambiental, Universidad EIA.

Arcila N y Gutiérrez C (2013). Vulnerabilidad al cambio climático de tres especies de flora del páramo. Estudio de caso: Parque Nacional Natural Los Nevados. Ingeniería Ambiental, Universidad EIA.

Gutiérrez ME y Zapata PA (2008). Hacia el entendimiento de las señales de cambio climático o variabilidad climática en la oferta hídrica superficial de cuencas hidrográficas en zonas de alta montaña. Estudio de caso: Río Claro, Parque Nacional Natural Los Nevados. Ingeniería Ambiental, Universidad EIA.

Ponencias:

Angel E, Duque J.A. (2021). "Seguimiento a las patologías presentes en una población de Espeletia hartwegiana en el Parque Natural Nacional Los Nevados". Puentes en Los Andes 1er Encuentro de Experiencias sobre gestión de Páramos. CONDESAN, IAvH, PNUMA. Conferencia on line.

Angel E., Cortés Izquierdo L.T. (2020) "Optimal selection of conservation areas in a mountainous region in the Tropical Andes." Online Conference on Climate Change, Health and Mountain Ecosystems and their Governance in Support of Sustainable Development in the Tropical Andes – Central America Region (Andes+).

Gutiérrez-Lagoueyte ME, Morales-Morales PA, Ospina-Sánchez A, Sánchez-Gómez JC, Posada-Posada MI, Ruiz-Carrascal D (2019). Caracterización florística del bosque andino en la media y alta montaña de la cuenca del Río Claro, Caldas. X Congreso Colombiano de Botánica, agosto 18-22, 2019, Universidad de la Amazonia, Florencia, Caquetá, Colombia.

Ruiz-Carrascal, D., Ángel-Sanint, E, Gutiérrez-Lagoueyte, ME, Ortega-Arango, S, González-Duque, D, Restrepo-Correa, I, Posada-Posada, MI, and Gutiérrez-Pemberthy, JG (2018). Towards enhancing and disseminating scientific knowledge on the upper-tropospheric warming and its impacts on the overall integrity of páramo environments. II International Conference on Research for Sustainable Development in Mountain Regions, Mountains 2018, Nova Friburgo, Brazil.

Ruiz-Carrascal, D, Restrepo-Correa, I, and González-Duque, D (2018). Reconstructing late Pleistocene to Holocene glacial advances to assess the fast warming of the northern Andes. IV International Conference on El Niño Southern Oscillation: ENSO in a warmer climate. Guayaquil, Ecuador.

Ruiz-Carrascal, D, Gutiérrez-Lagoueyte, ME, González-Duque, D, and Restrepo-Correa, I (2018). Reconstructing temperature and moisture variability in the upper ranges of the Colombian Andes to assess the fast warming of the northern Andes. MtnClim 2018 - Anticipating climate change impacts in mountains: embracing variability. Rocky Mountain Biological Laboratory, Gothic, Colorado, USA.

Andreu-Hayles, L, Santos, GM, Herrera-Ramírez, DA, Boza-Espinoza, TE, Fuentes, AF, del Valle, JI, Ruiz-Carrascal, D, Gonzalez, PLM (2018). Tree ring periodicity and radiocarbon bomb-pulse dating for tropical tree species. 10th World Dendro Conference 2018, Thimphu, Bhutan.

Ruiz D, Herzog SK, Gutiérrez ME, González-Duque D, Cuevas-Moreno J, del Valle JI, Andreu-Hayles L, Herrera DA, and Martínez R (2017). Tropical Andean ecosystems and the need to keep warming limits below a +1.5°C threshold. 2017 American Geophysical Union Fall Meeting. New Orleans, Louisiana, USA.

Ortega S, Angel E, Gonzalez-Duque D, Alvarez-Villa OA, and Ruiz-Carrascal D (2016). Reconstructing synthetic hourly time series of near-surface air temperatures in a mountainous region of the tropical Andes. 2016 AGU Fall Meeting, San Francisco (USA). <https://agu.confex.com/agu/fm16/meetingapp.cgi/Paper/193208>

Angel E, Ortega S, Gonzalez-Duque D, and Ruiz-Carrascal D (2016). Potential decline in geothermal energy generation due to rising temperatures under climate change scenarios. 2016 AGU Fall Meeting, San Francisco (USA).

<https://agu.confex.com/agu/fm16/meetingapp.cgi/Paper/191891>

Ruiz-Carrascal D (2016). Assessing vulnerability of the tropical Andean biodiversity to climate forcing and anthropogenically-driven ecosystem disruption. Second Symposium of Hydrometeorology, Climate Change and Environmental Change, Escuela Ambiental, Universidad de Antioquia, Colombia.

Herzog SK, Ruiz-Carrascal D, and Young BE (2016). Exposure- and trait-based evaluation of local climate change vulnerability in tropical Andean birds: key vulnerabilities over replicated

elevational gradients. VI North American Ornithological Conference: bringing science and conservation together. Washington DC (USA).

Ruiz-Carrascal D, Gutiérrez-Lagoueyte ME and Ortega-Arango S (2016). The Río Claro Mountain Observatory ‘Poleka Kasue’: improving our understanding of the complexity of tropical high-altitude watershed hydrology. Emerging Issues in Tropical Ecohydrology, American Geophysical Union – AGU Chapman Conference, Cuenca, Ecuador.

Ruiz D, Gutiérrez ME, Ortega S, and Londoño Cadavid C (2015). Multi-tiered integrated approach to assess the impacts of changes in climatic conditions on the integrity of Colombian páramo environments. VIII Congreso Colombiano de Botánica, Manizales, Colombia. Memorias Congreso Colombiano de Botánica, Vol 8(1), ISSN: 2462-9138. Editorial: Asociación Colombiana de Botánica – ACB.

Andreu-Hayles L, Santos GM, Herrera-Ramírez DA, Del Valle JI, Martín-Fernández J, Boza-Espinoza TE, Fuentes AF, González P, Ruiz-Carrascal D, and Jørgensen PM (2015). Matching dendrochronological dates with the Southern Hemisphere ^{14}C curves to confirm annual tree rings in the tropics. 52nd Annual Meeting of the Association for Tropical Biology and Conservation – ATBC. Hawaii, USA.

Ruiz D (2014). Impacts of climate change on biodiversity in the Tropical Andes: an Andean climate wizard for the analysis of short- to medium-term climate change projections and climatic risks. PRE COP Lima 2014 BIODIVERSITY AND CLIMATE CHANGE - The state of current scientific knowledge. Lima, Perú.

Hamel-Leigue AC, Lopera A, Martínez D, Larsen TH, Herzog SK, Ruiz D, and Young BE (2014). Escarabajos peloteros (Scarabaeinae) de los Andes Tropicales: diversidad y vulnerabilidad al cambio climático en dos zonas de alta biodiversidad. X Reunión Latinoamericana de Scarabaeoidología. Bogotá y Villa de Leyva, Colombia.

Londoño Cadavid C, Gutiérrez ME, Ruiz D, and Ortega S (2014). Using economic valuation techniques as a link between high mountain ecosystems stakeholders. Global Fair and Workshop on Long-Term Observatories of Mountain Social-Ecological Systems, Reno (NV), USA.

Ortega S, Álvarez OD, Pérez KA, Estrada OA, Gutiérrez ME, and Ruiz D (2014). Modeling water supply in two key high-altitude watersheds in Colombia. Global Fair and Workshop on Long-Term Observatories of Mountain Social-Ecological Systems, Reno (NV), USA.

Gutiérrez ME and Ruiz D (2014). Evaluating climate change effects on tropical high mountain páramo environments at different ecological scales and through multiple methodological approaches. Global Fair and Workshop on Long-Term Observatories of Mountain Social-Ecological Systems, Reno (NV), USA.

Ruiz D, Gutiérrez ME and Ortega S. A six-year history of quarterly field trips to monitor on-the-ground climatic and environmental variables in the Los Nevados Natural Park, Colombia. Global Fair and Workshop on Long-Term Observatories of Mountain Social-Ecological Systems, Reno (NV), USA.

Ruiz D and Gutiérrez ME. Collecting, processing and analyzing temperature and humidity digital sensors data from key high-altitude tropical Andean environments. Global Fair and Workshop on Long-Term Observatories of Mountain Social-Ecological Systems, Reno (NV), USA.

Ruiz D, Gutiérrez ME, Ortega S, and Londoño C (2014). Long-term monitoring in high mountain ecosystems of the tropical Andes: a multi-tiered integrated approach. Global Fair and Workshop on Long-Term Observatories of Mountain Social-Ecological Systems, Reno (NV), USA.

Ruiz D and Gutiérrez ME (2014). Integrated climate-related vulnerability assessments on a local scale: what do they imply?. 'Agriculture-Ecosystems-Climate' round table - World Climate Research Program (WCRP) Conference for Latin America and the Caribbean: developing, linking and applying climate knowledge, Montevideo, Uruguay.

Gutiérrez ME, Ruiz D, Dovciak M, Arroyave MP, Zapata PA, Arcila N, Gutiérrez C (2013). Evaluación de la vulnerabilidad de ecosistemas de alta montaña a cambios en condiciones climáticas desde tres enfoques diferentes, en el Parque Nacional Natural Los Nevados. VII Congreso Colombiano de Botánica, Ibagué, Colombia. Publicado en Resúmenes VII Congreso Colombiano de Botánica, ISSN 2346-0873.

Gutiérrez ME, Arroyave MP, Posada MI, Ruiz D, Zapata PA, Gómez C (2013). "Catálogos ilustrados virtuales de la flora del páramo del Parque Nacional Natural Los Nevados y del Valle de Aburrá, como herramientas de conocimiento y difusión de la biodiversidad". VII Congreso Colombiano de Botánica, Ibagué, Colombia. Publicado en Resúmenes VII Congreso Colombiano de Botánica, ISSN 2346-0873.

Bromley G, Ruiz D, and Restrepo-Moreno SA (2013). Reconstructing Late Quaternary tropical glacier change in the Colombian Andes through surface-exposure dating. XIV Congreso Colombiano de Geología, Bogotá, Colombia. Memorias del XIV Congreso Colombiano de Geología ISBN 978-958-57950-0-6.

Ruiz D (2013). Climate change and soil degradation. XVII Conference of the International Soil Conservation Organization (ISCO), Medellín, Colombia. Conference Reports, p. 290-291, ISBN 978-958-57973-0-7.

Ruiz D, Arroyave MP, Gutiérrez ME, Zapata PA (2011). Estrés climático en ecosistemas de alta montaña de la Cordillera Central: posibles impactos en la oferta hídrica superficial. Convenio Interinstitucional Cátedra del Agua – Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia (CTA). Revista Memorias de las Jornadas Técnicas de Discusión 2010, Número 05 – ISSN 1909-9363, pp 73-81.

Ruiz D, Arroyave MP, Gutiérrez ME, Zapata PA (2010). Increased climatic stress on high altitude ecosystems of the Colombian Central Mountain Range. 2010 Annual Meeting of the Association of American Geographers, Washington, DC, USA.

Ruiz D, Arroyave MP, Molina AM, Barros JF, Gutiérrez ME, Zapata PA (2009). Six-tiered approach to understand the impacts of changes in climatic conditions on the integrity of high-altitude ecosystems. Case study: Los Nevados Natural Park, Andean Central Mountain Range, Colombia. II Congreso Mundial de Páramos, Quito, Ecuador.

Ruiz D, Zapata PA, Gutiérrez ME, Arroyave MP, Molina AM, Barros JF (2009). Estudio del recurso hídrico en la alta montaña frente a condiciones climáticas cambiantes. Estudio de caso: cuenca

alta río Claro, Parque Nacional Natural Los Nevados (Colombia). II Congreso Mundial de Páramos, Quito, Ecuador.

Ruiz D, Gutiérrez ME, Zapata PA, Arroyave MP, Molina AM, Barros JF, Molina DA (2009). Análisis de zonas de vida en la alta montaña frente a condiciones climáticas cambiantes. Estudio de caso: cuenca alta río Claro, Parque Nacional Natural Los Nevados (Cordillera Central de Colombia). II Congreso Mundial de Páramos, Quito (Ecuador).

Zapata PA, Gutiérrez ME, Ruiz D (2008). Estudio de caso de las señales de cambio y/o variabilidad climática en la oferta hídrica superficial en zonas de alta montaña. XVIII Seminario Nacional de Hidráulica e Hidrología-SNHH, Bogotá.

Gutiérrez ME, Zapata PA, Moreno HA, Ruiz D (2006). Hacia el entendimiento de las señales de cambio climático y variabilidad climática en la oferta hídrica superficial de cuencas hidrográficas en zonas de alta montaña: actividades preliminares. Primer Congreso Nacional de Sistemas de Alta Montaña Tropical: Bosque alto-andino, páramos de Colombia y glaciar. Tunja, Colombia.

Productos de divulgación

Agencia de Noticias UNAL (2024). Mountains small grants program 2023. Disponible en: <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/mas-que-frailejones-asi-funcionan-las-plantas-de-un-paramo>

Gutiérrez ME (2021). Catálogo virtual de flora de Alta Montaña. Universidad EIA. Disponible en: <https://catalogofloraaltamontana.eia.edu.co/>

Josefsen (2019). “Our water depends on these places – and we still don’t understand well, exactly how” <https://ddrn.dk/2849/>

Fetch (2019). New Book Highlights Threatened Plants of the Tropical Andes <https://news.climate.columbia.edu/2019/07/19/bosque-andino-plants-tropical-andes/>

Fetch (2018). This Unique Andean Ecosystem is Warming Almost as Fast as the Arctic <https://news.climate.columbia.edu/2018/11/15/paramos-ecosystem-climate-change/>

Cálad (2016). Poleka Kasue, observatorio socio-ecológico de montaña <https://comunidad.eia.edu.co/blog/poleka-kasue-observatorio-socio-ecologico-de-montana/>

Ruiz (2012). Calentamiento Global amenaza a los Páramos en los Andes. <https://www.youtube.com/watch?v=17ibHzxspes>

Vaughan (2010). Studying the Impacts of Climate on High-Altitude Ecosystems <https://news.climate.columbia.edu/2010/03/29/studying-the-impacts-of-climate-high-altitude-ecosystems/>